В. П. Романовский

Многооперационная последовательная штамповка

Машгиз
1948

Доцент В. П. РОМАНОВСКИЙ

МНОГООПЕРАЦИОННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ШТАМПОВКА

МТМ СССР
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1948 ЛЕНИНГРАД

В книге систематизированы и изложены различные методы многооперационной последовательной штамповки, приведены способы подсчета пределов применяемости их, методы основных технологических расчетов, основные типы штампов и автоматических устройств к прессам и штампам.

Содержание книги представляет собой обобщение производственного опыта и разрозненных технологических материалов, причем некоторые вопросы излагаются впервые, а другие даются в новом освещении.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, технологов и конструкторов, работающих в холодно-штамповочных производствах, а также для студентов втузов.

Книга может служить производственным пособием по освоению и внедрению прогрессивных методов многооперационной последовательной (комбинированной) штамповки в массовом и крупносерийном производствах различных отраслей машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности.

Редактор В. М. Пляцкий

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШГИЗА

Редакция литературы по металлообработке

Главный редактор Ленмашгиза доц. *А. Н. Оглоблин*

Корректор *М. П. Бушева* Технический редактор *Р. Г. Польская*

Подписано к печ. 26/III 1948 М04747 Печ. л 5¼ Уч.-изд. л. 7,12 Тираж 5000 Зак. № 2361

1-я типография Машгиза, Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

ВВЕДЕНИЕ

1. Характеристика холодной штамповки в массовом и серийном производствах

Холодная штамповка, благодаря своей технологической прогрессивности и экономической целесообразности, находит все более широкое применение в различных отраслях промышленности. Наибольшее применение она получила в крупносерийном и массовом производствах, имеющих весьма большие масштабы выпуска и позволяющих применить технически совершенные, но более сложные и дорогие штампы.

Целый ряд предметов массового производства и широкого потребления, как-то: электроизделий, точной механики, хозяйственных и скобяных изделий, посуды, культтоваров и т. п., — выпускается сотнями тысяч и миллионами штук в год. Некоторые же виды изделий широкого потребления как фурнитура, галантерея, канцелярские принадлежности и т. п. имеют масштабы производства, определяемые десятками и даже сотнями миллионов штук в год.

Вследствие высокой производительности и механизации и сравнительно низкой трудоемкости холодноштамповочных работ, типовые признаки и само понятие серийности и массовости в штамповочном производстве несколько иные, чем в механической обработке резанием.

Различная серийность штамповочного производства может быть охарактеризована рядом признаков, приведенных в табл. 1.

Количественные показатели серийности в штамповочном производстве резко отличаются от показателей, существующих в механической обработке. Прежде всего, количественные показатели серийности зависят от размеров и сложности штампуемых изделий, так как при этом:

1) быстроходность и производительность прессов весьма различны, что создает совершенно иные условия для организации потока;

2) различный характер, размеры и вес заготовок требуют различного обслуживания прессов и способа подачи заготовок;

3) сложность и длительность установки крупных и громоздких штампов и наладки тяжелых прессов допускают в ряде случаев закрепление прессов за отдельными операциями, даже при неполной загрузке их, что недопустимо для мелких прессов.

Ориентировочно количественная характеристика различной серийности штамповочного производства при односменной работе приведена в табл. 2.

Таблица 1

Характеристика серийности штамповочного производства

Типовые признаки	Тип производства		
	массовое	крупносерийное	серийное и мелкосерийное
1. Типы прессов	Специальные прессы и штамповочные автоматы	Быстроходные и механизированные прессы	Простые универсальные прессы
2. Обслуживание прессов	Автоматическая подача полос и штучных заготовок	Автоматическая подача полос, полуавтоматическая (механизированная) подача штучных заготовок	Ручная подача полос и штучных заготовок
3. Типы штампов	Предельно-комбинированные	Комбинированные и простые	Простые и весьма простые
4. Коэфициент серийности (количество операций, закрепленных за прессом)	1	2—10	10—30 и свыше 30
5. Размеры партии	Непрерывное производство	Крупные партии	Мелкие партии
6. Перестановка штампов	Только при поломках или ремонте	Перестановка 1—2 раза в смену	Перестановка несколько раз в смену
7. Примеры производства	Боеприпасы, электроустановочные изделия, хозяйственные изделия, фурнитура, галантерея и т. п.	Автостроение, электромашиностроение, точная механика, вооружение, сельскохозяйственные машины и т. п.	Самолетостроение, приборостроение, судостроение, станкостроение, общее машиностроение и т. п.

Таблица 2

Ориентировочная количественная характеристика серийности штамповочного производства

Размеры изделий (деталей)	Серийность производства			
	массовое	крупносерийное	серийное	мелкосерийное
	Годичный выпуск в тыс. штук			
Крупные (250—1000 *мм*)	Св. 500	50—500	10—50	До 10
Средние (50—250 *мм*) . .	„ 2000	500—2000	50—500	„ 50
Мелкие (до 50 *мм*) . . .	„ 10 000	1000—10 000	100—1000	„ 100

Производство чрезвычайно крупных (св. 1000 *мм*), а также весьма мелких (до 3 *мм*) изделий является особым случаем и должно быть рассмотрено индивидуально.

Приведенные данные являются обобщенными и приблизительными, так как на показатели серийности производства, кроме размеров деталей, имеют известное влияние другие технические признаки, как-то: характер, ответственность, технологическая сложность и степень точности изделий.

2. Применение комбинированной штамповки

В настоящей книге рассматривается, главным образом, производство мелких изделий массового и крупносерийного производств.

Основной задачей массового производства является изготовление требуемого количества изделий, соответствующих заданным техническим условиям (форма, размеры, прочность, точность и взаимозаменяемость), при максимальной производительности и минимальной стоимости изделий.

Изготовление штампованных изделий, при соблюдении всех требований технического характера, в большинстве случаев может быть осуществлено различными способами и вариантами технологического процесса.

Наиболее рациональным вариантом будет тот, который обеспечивает наименьшую себестоимость изделий и является наивыгоднейшим с экономической точки зрения. Следовательно, вопросы экономической целесообразности имеют в массовом производстве решающее значение при выборе технологического процесса.

Максимальная производительность процессов штамповки и наименьшая себестоимость штампованных изделий в массовом и крупносерийном производствах могут быть осуществлены, главным образом, за счет:

1) максимального сокращения количества отдельных операций путем объединения их в более сложные комбинированные операции;

2) применения быстроходного и высокопроизводительного оборудования;

3) механизации и автоматизации работ на прессах;

4) качества изготовления и высокой стойкости штампов.

Комбинированная штамповка представляет собой совмещение в одной операции двух или нескольких технологически различных операций штамповки.

Сокращение количества операций за счет применения комбинированной штамповки может быть произведено при обязательном условии технической возможности и экономической целесообразности такого совмещения операций. Техническая возможность совмещения отдельных операций в комбинированные зависит, в основном, от размеров, конфигурации и точности изделия, определяющих техническую возможность изготовления и эксплоатации штампов. Так, например, большая толщина материала ограничивает применение комбинированной штамповки.

Экономическая целесообразность применения более сложных и дорогих комбинированных штампов зависит от массовости производства

и оправдывается в том случае, когда экономия по рабочей силе покрывает увеличение затрат на изготовление инструмента. Эта задача может быть решена путем определения наименьшего количества изделий, при котором окупается повышенная стоимость комбинированных штампов, по следующей упрощенной формуле:

$$N \geqslant \frac{P_к - P}{C - C_к}$$

где N — наименьший годовой выпуск в шт.;

$P_к$ и P — годовой расход на комбинированный и простые штампы (первоначальная стоимость плюс ремонт);

$C_к$ и C — себестоимость штампуемых изделий при тех же вариантах.

Разумеется, что к экономическим подсчетам следует прибегать лишь в тех случаях, когда целесообразность применения комбинированной штамповки не является очевидной. Например, при штамповке крупных изделий, применение комбинированных штампов целесообразно при значительно меньшей серийности, так как в данном случае, кроме стоимости штампов, существенное значение имеет ряд других организационных и экономических соображений, как-то: уменьшение размеров незавершенного производства, уменьшение количества крупных и тяжелых штампов и необходимости их частых перестановок, сокращение транспортировки, складских площадей и т. п.

Практическим ограничением применения комбинированных штампов может явиться только отсутствие соответствующей инструментальной базы или квалифицированных инструментальщиков.

ГЛАВА I

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ КОМБИНИРОВАННОЙ ШТАМПОВКИ

3. Основные различия и типы комбинированных штампов

Комбинированная штамповка представляет собой совмещение в одной операции двух или нескольких отдельных технологически различных операций штамповки.

По технологическому признаку комбинированные операции могут быть подразделены на три группы:

1) комбинированные операции резки, совмещающие различные виды режущих операций (вырезка, пробивка, отрезка);

2) комбинированные операции изменения формы, совмещающие различные виды формоизменяющих операций (вытяжка, рельефная формовка, отбортовка, гибка и пр.);

3) комбинированные операции резки и изменения формы, совмещающие операции резки с формоизменяющими операциями (резка — гибка, резка — вытяжка, резка — формовка, сложные сочетания операций).

Первая и последняя группы комбинированной штамповки обычно выполняют полностью законченные изделия и являются наиболее распространенными. Вторая группа выполняет или промежуточные, или окончательные операции и находит применение, главным образом, при штучной штамповке крупных деталей сложной формы.

По способу совмещения операций и выполнению их во времени комбинированные штампы разделяются на два вида:

1) совмещенные (компаундные);

2) последовательные (прогрессивные).

В совмещенных комбинированных штампах изготовление изделий производится за один ход пресса, путем одновременного и концентрированного выполнения операций при неизменном положении заготовки.

В последовательных комбинированных штампах изготовление изделий производится за несколько ходов пресса, последовательно несколькими пуансонами, путем расчлененного выполнения ими отдельных операций при перемещении заготовки между ними, причем за каждый ход пресса последним пуансоном выдается полностью законченное изделие.

На рис. 1 приведены типовые комбинированные штампы для изготовления шайб.

На рис. 1-*а* изображен совмещенный комбинированный штамп. Рабочими частями штампа являются: матрица *1*, служащая для вырезки на-

ружного контура, пуансон-матрица *3*, являющаяся пуансоном для наружного контура и матрицей для пробивки отверстия, и пробивной пуансон *2*. Выталкиватель *4* служит для обратного выталкивания изделия на поверхность штампа, а пружинный съемник *5* — для снятия отхода ленты с пуансона. Отход от пробивки отверстия проваливается через матричное отверстие под стол пресса. Изделие или выбрасывается на рабочую поверхность штампа или впрессовывается обратно в ленту. Изделия получаются плоскими с заусенцами, направленными в одну сторону. Точность изделий зависит от точности и соосности изготовления штампа. В отдельных случаях совмещенные штампы не могут быть применены вследствие слишком малой толщины стенок пуансон-матрицы.

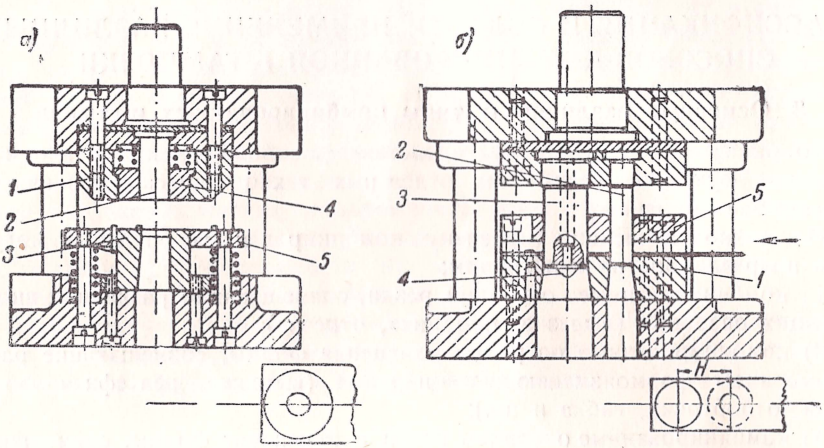


Рис. 1. Типовые комбинированные штампы для вырезки и пробивки шайб:

а) совмещенного; *б*) последовательного типа.

На рис. 1-*б* изображен последовательный комбинированный штамп. Рабочими частями штампа являются: матрица *1*, имеющая два отверстия, пробивной пуансон *2* и вырезной пуансон *3*. Вначале производится пробивка отверстия, после чего полоса подается вперед на шаг подачи и за второй и все последующие ходы пресса вырезной пуансон *3* вырезает готовую шайбу. Для центрирования предварительно пробитого отверстия при вырезке служит ловитель *4*, запрессованный в вырезной пуансон *3*. В последовательных штампах и изделие и отход выпадают через матричные отверстия под стол пресса, что позволяет применять быстроходные и автоматические прессы. Полоса материала снимается с пуансонов *2* и *3* съемником *5*. Для установки полосы под первый удар применяется предварительный боковой упор, вводимый в полость штампа нажимом пальца. При штамповке в последовательных штампах изделия получаются менее точными, чем в совмещенных штампах, вследствие возможных погрешностей и неточностей при установке и центрировании ленты. Кроме того, изделия получаются с заусенцами, направленными в разные стороны, что не всегда допустимо, а при применении жестких съемников — слегка вогнутыми, вследствие чего в ряде случаев требуется правка.

На рис. 2 приведены многооперационные комбинированные штампы для изготовления пустотелых пистонов.

На рис. 2-*а* изображен совмещенный штамп, выполняющий одновременно вырезку, вытяжку, пробивку и отбортовку мелких пистонов, изображенных на рисунке сбоку. Работа штампа происходит следующим образом. Вначале вырезной пуансон *1*, являющийся одновременно и вытяжной матрицей, опускаясь на вырезную матрицу *2*, вырезает заготовку и прижимает ее к прижимному кольцу *3*. Опускаясь ниже, вырезанная заготовка встречает вытяжной пуансон *4*, являющийся одновременно и пробивной матрицей, который производит вытяжку заготовки. Затем пробивной пуансон *5* пробивает отверстие в дне колпачка. Ход пресса продолжается дальше. Так как при этом фланец колпачка с боль-

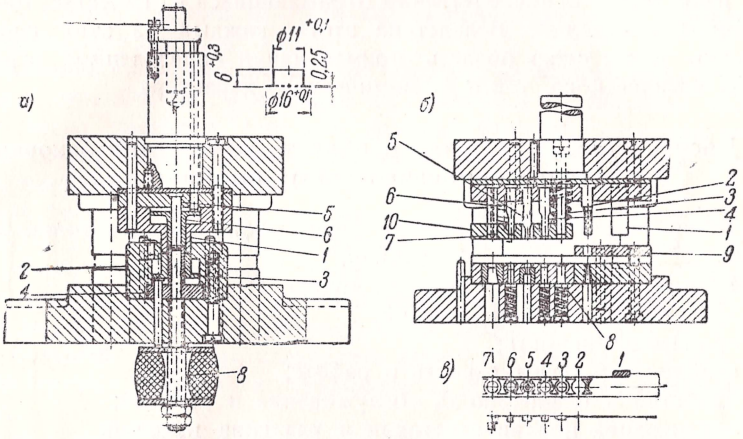


Рис. 2. Многооперационные комбинированные штампы:
а) совмещенного; *б*) последовательного типа.

шой силой зажат между прижимным кольцом и вытяжной матрицей, то при дальнейшем опускании штампа вытяжной пуансон *4* производит отбортовку стенок, отжимая вверх выталкиватель *6*. Выталкивание готовых изделий из верхней части штампа производится от удара стержня *7* о поперечину в ползуне пресса. Необходимый для вытяжки прижим заготовки создается резиновым буфером *8*.

На рис. 2-*б* изображен последовательный многооперационный штамп для изготовления тех же изделий. Сущность работы данного штампа заключается в том, что вытяжка, пробивка и отбортовка пистона производятся последовательно под различными пуансонами в ленте, после чего производится вырезка готового изделия.

Последовательность штамповки приведена на рис. 2-*в*. За первый ход производится обрезка кромки боковым шаговым ножом *1*. За второй ход пуансон *2* производит вырезку перемычки между двумя соседними заготовками для облегчения вытяжки материала. За третий и четвертый ходы пуансоны *3* и *4* производят последовательную вытяжку колпачка. За пятый ход пресса пуансон *5* производит пробивку отверстия. За шестой ход пуансон *6* производит отбортовку стенок. Наконец, за седьмой ход вырезной пуансон *7* вырезает готовое изделие, которое выпадает

вниз через отверстие в столе пресса. Выталкивание полосы с вытянутыми пистонами из матрицы производится пружинными выталкивателями *8*. Снятие полосы с пуансонов производится в правой части штампа жестким съемником *9*, а в левой — пружинным съемником *10*. Данный тип штампа является более производительным, чем совмещенный, так как не требует удаления готового изделия с поверхности штампа. В изготовлении и особенно в эксплоатации он проще совмещенного.

Рассмотренные примеры показывают, что одни и те же изделия могут быть изготовлены различными способами при помощи штампов различного типа. На практике зачастую возникают затруднения при выборе типа штампа: совмещенного или последовательного действия. И тот и другой типы штампов, как и сами способы штамповки, имеют свои достоинства и недостатки, непосредственно отражающиеся на качестве, точности или стоимости изделий. Вследствие этого каждый из этих способов штамповки имеет свою область применения и определенные ограничения как технического, так и экономического характера.

4. Достоинства, недостатки и область применения основных типов комбинированных штампов

Рассмотрим достоинства и недостатки обоих типов с точки зрения требований, предъявляемых к штампам.

Основными из таких требований являются:

1) качество и точность изделий;
2) производительность;
3) стойкость и безотказность в работе;
4) удобство и безопасность обслуживания и ремонта;
5) механизация подачи заготовок и удаления изделий;
6) компактность и вес;
7) несложность изготовления и наладки;
8) невысокая и окупаемая стоимость.

В отношении качества и точности изделий преимущества на стороне совмещенного штампа. Последний дает более точные изделия, чем штамп последовательного типа, так как у него погрешности подачи и фиксации заготовки не отражаются на точности изделий. Неточность изделий совмещенной штамповки определяется лишь неточностью изготовления штампа и его износом, что весьма невелико. Неточность изделий последовательной штамповки зависит не столько от неточности изготовления и износа штампа, сколько от погрешностей подачи и фиксации заготовки на переходах и от влияния неравномерности зазора.

Возможное смещение отверстий (несоосность) при различных способах штамповки может быть представлено следующими приближенными величинами (для небольших деталей, толщиной до 2 *мм*).

Совмещенная штамповка	от $\pm 0{,}02$	до $\pm 0{,}08$	*мм*
Последовательная „	„ $\pm 0{,}10$	„ $\pm 0{,}30$	„
Раздельная „	„ $\pm 0{,}30$	„ $\pm 0{,}50$	„

Пределы точности даны в зависимости от точности изготовления штампов, в пределах 2-го и 4-го классов точности. Помимо точности, совмещенные штампы обеспечивают лучшее качество изделий, выпуская

их совершенно плоскими с небольшими заусенцами у наружного и внутреннего контура, направленными в одну и ту же сторону, что имеет большое значение для точной механики и электромашиностроения.

Последовательные штампы, при применении жесткого съемника, дают слегка погнутые изделия с заусенцами, направленными в разные стороны. Первый дефект, в случае его недопустимости, вызывает необходимость в дополнительной операции — правке изделия.

Второй дефект, помимо указанного выше, нежелателен в деталях, подлежащих гибке по линии, пересекающей внутреннее отверстие, так как заусенцы при гибке должны быть направлены внутрь угла во избежание образования трещин.

Следовательно, для изготовления точных изделий (3—5-го класса точности) должны применяться штампы совмещенного типа, а для менее точных и грубых изделий (7—9-го класса точности) могут применяться последовательные штампы.

Применение как совмещенных, так и последовательных штампов имеет пределы и ограничения, зависящие от размеров и толщины изделий. Прежде всего очевидно, что для изделий больших размеров следует выбрать совмещенный, а не последовательный тип штампа, так как иначе потребуются очень крупные размеры штампа и пресса. Практически для последовательной штамповки ограничиваются размером деталей в 200—250 *мм*. Наиболее широко последовательные штампы применяются для мелких изделий невысокой точности. Толщина материала также ограничена и обычно не превышает: для совмещенных штампов от 0,05 до 3,0 *мм*; для последовательных штампов от 0,3 до 6,0 *мм*. Детали большей толщины, вследствие высокого удельного давления на режущие кромки, обычно изготовляются на простых однооперационных штампах.

Наличие очень тонких пробивных пуансонов при большом наружном контуре в ряде случаев заставляет отказаться от последовательной штамповки и применить совмещенные штампы, так как последние имеют более благоприятные условия для работы пуансонов. Наличие очень тонких стенок между наружным и внутренним контуром изделия, наоборот, ограничивает возможность применения совмещенных штампов, так как в данном случае пуансон-матрица (рис. 1-*а* и 2-*а*) будет иметь также очень тонкие стенки, не обладающие достаточной прочностью и стойкостью.

Вследствие этого все преимущества совмещенного комбинированного штампа не будут использованы, так как штамп будет требовать частых ремонтов и исправлений. Ниже, в § 8, приведен пример последовательной штамповки специальной шайбы, которая по указанным соображениям изготовляется на штампе последовательного, а не совмещенного типа. Наконец, имеются известные ограничения, зависящие от геометрической формы изделия. Так, например, такие изделия массового производства, как патронные гильзы, при всем желании невозможно изготовлять на штампах последовательного типа, так как по роду технологии требуется ряд операций протяжки „на провал" через отверстие матрицы.

В отношении производительности и механизации подачи заготовок и удаления изделий все преимущества на стороне последовательных штампов, так как у них передача заготовки с операции на операцию и удаление готовых деталей из штампа происходят автоматически.

В совмещенных штампах готовые изделия или выбрасываются на поверхность штампа (рис. 2-*а*), или вставляются обратно в отверстие ленты (рис. 1-*а*), что нельзя считать надежным способом удаления деталей. Это замедляет процесс работы, так как требует или ручного удаления изделий с поверхности штампа, или особого устройства пресса, или удаления изделий из ленты.

Кроме того, последовательные штампы допускают применение более быстроходных прессов и штамповочных автоматов, чем совмещенные штампы. Последовательные вырезные штампы с успехом работают на быстроходных прессах с производительностью 250—400 ходов в минуту и выше, в то время как для совмещенных штампов такая быстроходность не рекомендуется вследствие ненадежности удаления изделий и быстрого отказа пружинно-буферной системы.

С эксплоатационной стороны последовательные штампы также обладают рядом преимуществ по сравнению с совмещенными, так как имеют большую прочность и стойкость рабочих частей, безотказность в работе и безопасность обслуживания (при одинаковом способе направления). Вопросы экономической целесообразности применения сложных и дорогих комбинированных штампов были рассмотрены раньше.

В отношении сложности изготовления и стоимости сравниваемых типов штампов, сравнительная калькуляция их показывает, что для изделий простой конфигурации последовательные штампы дешевле совмещенных, а для изделий сложной конфигурации — или одинаковы, или несколько дороже совмещенных штампов.

Следовательно, если технические параметры изделий (размеры, толщина, точность) одинаково позволяют применить как совмещенный, так и последовательный тип штампа, то следует выбрать последовательный штамп как более производительный и лучший в эксплоатации.

На основании приведенного анализа даем ориентировочные указания по выбору типа совмещенного или последовательного штампа в крупносерийном и массовом производствах, представленные в табл. 3.

Настоящая книга имеет целью рассмотрение только последовательных многооперационных штампов для крупносерийного и массового производства.

Таблица 3

Ориентировочные указания по выбору типа штампа

Степень точности изделий	Размерные признаки изделий		
	крупные (250—1000 *мм*)	средние (50—250 *мм*)	мелкие (до 50 *мм*)
Повышенная (4—5 класс точности)	Совмещенный	Совмещенный	Совмещенный, иногда последовательный с калибровкой
Средняя (7 класс точности)	То же	Совмещенный или последовательный	Последовательный
Пониженная (8—9 класс точности)	„	Последовательный	То же

В отношении штампов совмещенного типа ограничимся приводимым сопоставлением их с последовательными штампами, так как в дальнейшем изложении они не будут рассматриваться.

Штампы последовательного типа получили широкое применение в массовом производстве мелких изделий, обычно не требующих большой точности, так как они обеспечивают максимальную производительность и механизацию производственных процессов.

5. Классификация основных типов многооперационной последовательной штамповки

Прежде чем приступить к детальному рассмотрению различных типов многооперационной последовательной штамповки, необходимо их систематизировать и классифицировать. Наиболее удобно классифицировать их по типу изготовляемых изделий, как-то:

1) плоских, изготовляемых путем операций резки;

2) гнутых, изготовляемых посредством операций резки и гибки;

3) полых, изготовляемых посредством операций резки и вытяжки.

Из рассмотрения и анализа наиболее распространенных способов последовательной многооперационной штамповки этих изделий выявляются общие типовые признаки или характерные особенности их, позволяющие подразделить их на отдельные типы. Классификация основных операций последовательной многооперационной (комбинированной) штамповки приведена на рис. 3 и ясна из наименования и схем операций.

Кроме приведенных в классификации основных типов операций, применяются и более сложные, осуществляющие большее количество отдельных операций (переходов).

6. Многократная последовательная штамповка и ее применение

В массовом производстве мелких изделий, с целью значительного увеличения производительности, широко применяется многократная (многоштучная) последовательная штамповка.

В большинстве случаев она представляет собой многорядную последовательную штамповку, которая имеет или два, или нечетное количество рядов (обычно 3, 5, 7, 9) и выпускает за каждый ход процесса такое же количество готовых деталей (изделий). Одновременно с увеличением выпуска применение многократной штамповки дает возможность получить значительную экономию металла благодаря более рациональному раскрою (встречный, шахматный и т. п.). Возможность применения многократной последовательной штамповки определяется, главным образом, масштабами производства и вопросами экономической целесообразности.

Из технических признаков имеют значение размеры и сложность контура изделия, ограничивающие возможность применения многократной штамповки или устанавливающие предел количеству одновременно штампуемых изделий. При увеличении размеров изделия значительно увеличиваются размеры штампа и пресса, а при сложном контуре изделий значительно усложняется изготовление и эксплоатация штампа,

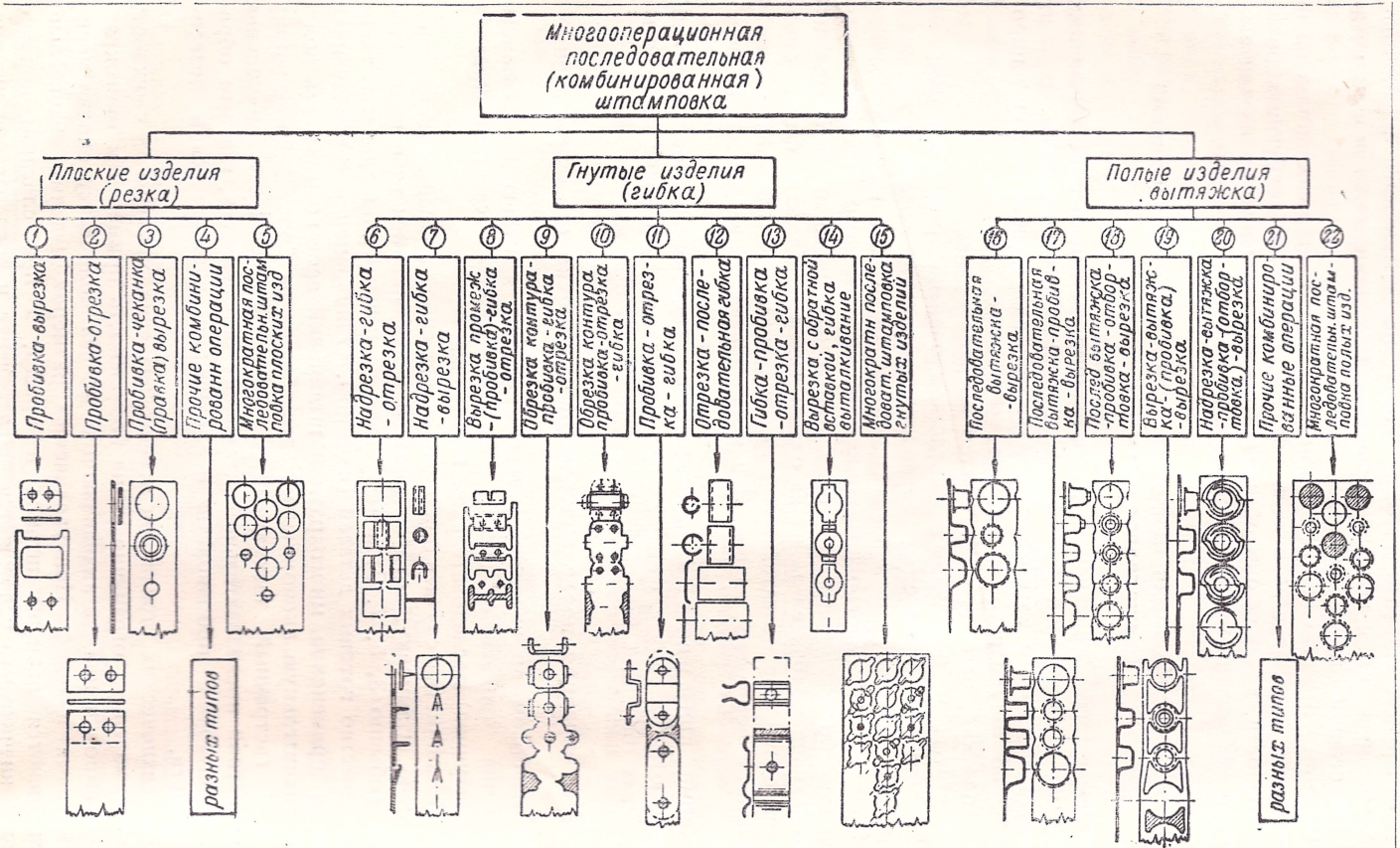


Рис. 3. Классификация основных типов многооперационной последовательной (комбинированной) штамповки.

увеличивается его стоимость и снижается стойкость. Поэтому многократная штамповка применяется, главным образом, для изготовления мелких изделий простой конфигурации. Особый метод многократной последовательно-параллельной штамповки длинных деталей изложен ниже, в главе II.

Экономическая целесообразность применения многократной (многоштучной) штамповки определяется путем нахождения наименьшего количества изделий, при котором увеличение затрат на многократные штампы покрывается экономией на себестоимости изделий (материал, заработная плата, накладные расходы).

$$N \geqslant \frac{P_{мк} - P_1}{M_1 - M_{мк} + (З_1 - З_{мк})\left(1 + \frac{Н}{100}\right)},$$

где N — наименьший годичный выпуск в шт.;

$P_{мк}$ и P_1 — годовой расход на многократный и ординарный штампы (первоначальная стоимость плюс ремонт);

M_1 и $M_{мк}$ — стоимость материала, идущего на одно изделие при обоих вариантах штамповки;

$З_1$ и $З_{мк}$ — стоимость основной производственной заработной платы при тех же вариантах;

Н — размер накладных расходов в процентах.

Необходимо указать, что при многократной штамповке стоимость штампов возрастает меньше, чем увеличение кратности. Так, например, для мелких изделий типа шайб и гаек существуют следующие соотношения между стоимостью штампов:

однорядный 1;

трехрядный 1,3—1,7;

пятирядный 1,7—2,2.

Это обстоятельство значительно увеличивает эффективность применения многократной последовательной штамповки.

ГЛАВА II

МНОГООПЕРАЦИОННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ШТАМПОВКА ПЛОСКИХ ИЗДЕЛИЙ

7. Применение и технологические особенности последовательно-вырезной штамповки

Метод многооперационной последовательной штамповки в основном является методом массового производства и широко применяется в электро- и радиотехнике, точной механике и производстве предметов широкого потребления. Этим методом изготовляются в массовом порядке такие детали, как: трансформаторные и конденсаторные пластинки, полюсы и якори электрических машин, диски статора и ротора электродвигателей, детали счетно-пишущих машин, скобяные изделия, предметы широкого потребления и т. д.

Применяемая для изготовления плоских изделий последовательная комбинированная штамповка представляет собой сочетание, главным образом, режущих операций: пробивки и вырезки или пробивки

и отрезки. Значительно реже при этом применяются дополнительные операции чеканки, насечки или правки, не меняющие плоского характера изделий.

Принцип работы, а также достоинства и недостатки последовательных штампов были рассмотрены ранее, в главе I. Здесь остановимся на некоторых характерных технологических особенностях и типичных случаях применения последовательной штамповки для пробивки и вырезки

Многооперационные последовательно-вырезные штампы обладают двумя основными достоинствами, которые обеспечивают им широкое применение в массовом производстве:

1) высокой производительностью;

2) большой стойкостью и надежностью в работе.

Высокая производительность последовательных штампов обусловливается механизацией перемещения заготовки по операциям и автоматизацией удаления из штампа готовых изделий.

Многооперационная последовательная штамповка представляет собой наивысшую степень механизации производственного процесса, так как выпускает за каждый ход пресса полностью законченные изделия, зачастую даже по нескольку изделий за один ход пресса.

Большая стойкость и надежность в работе последовательных штампов объясняются более прочной и солидной конструкцией пуансонов и матриц по сравнению с конструкцией их в совмещенных (компаундных) штампах. Прочность рабочих частей последовательно вырезных штампов получается прежде всего потому, что пуансоны этих штампов имеют более простую и массивную форму, а пробивные пуансоны отделены и вынесены от вырезных. Матричные отверстия обычно располагаются таким образом, чтобы матрица была проста и удобна в изготовлении и устойчива против коробления и деформации при термической обработке.

Кроме того, обычно изделия сложного контура с узкими прорезями или пазами представляют большие затруднения для изготовления вырезных матриц и пуансонов, иногда же их изготовление просто технически невозможно.

Как будет видно из дальнейших примеров, в таких случаях применяют последовательно-вырезные штампы, в которых изготовление сложного наружного контура расчленено на несколько стадий, выполняемых пуансонами сравнительно простых конфигураций.

8. Различные типы последовательно-вырезной штамповки

На рис. 4 приведен простой пример однорядной последовательной штамповки (пробивки и вырезки), причем для удобства изготовления и устойчивости матрицы против коробления при закалке пробивка окон расчленена на два перехода. Для центрирования полосы обязательно применение ловителей. Штамповка производится за три последовательных хода пресса, как показано на рисунке. От расчленения пробивки на два этапа общая длина матрицы несколько увеличивается и добавляется второй временный боковой упор для ввода начала полосы в работу.

На рис. 5 приведен другой пример однорядной последовательной штамповки детали, изображенной на рисунке слева. Штамповка произво-

дится за четыре последовательных перехода (операции). Последовательность переходов изображена на рисунке, причем выполняемые в каждом переходе операции залиты черным. Для точной фиксации и центрирования полосы в первой же операции пробивается отверстие диаметром 10 *мм* для ловителя. С целью упрощения конфигурации вырезного пуансона и матрицы, во вторую операцию производится пробивка четырех отверстий, часть окружности которых затем войдет в контур детали. Мелкие пуансоны делаются короче больших на толщину материала, во избежание увода их в сторону в результате натяжения полосы

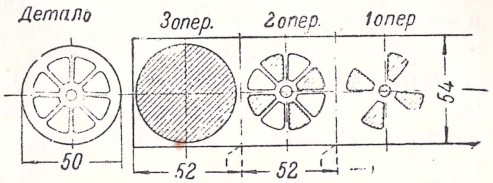


Рис. 4. Последовательная однорядная штамповка (пробивка-вырезка).

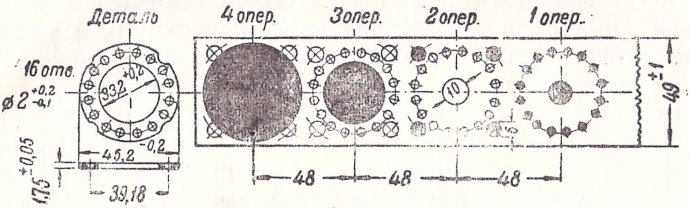


Рис. 5. Пример многооперационной последовательной пробивки-вырезки.

под действием больших пуансонов. Рассматриваемый пример характерен в том отношении, что данная деталь не может быть изгото-

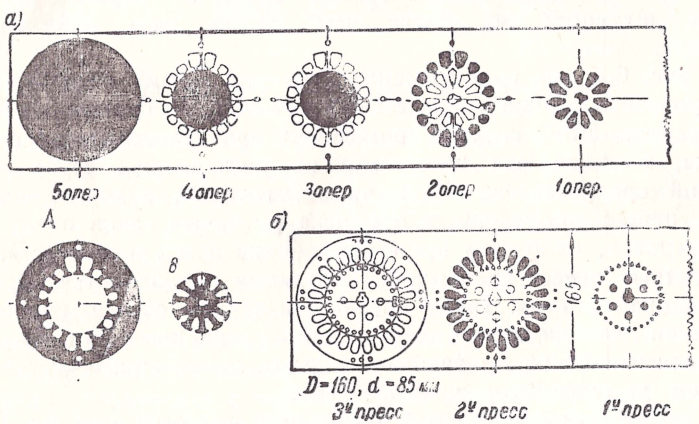


Рис. 6. Два способа штамповки статорных и роторных дисков:

а) многооперационная последовательная штамповка; *б*) пооперационная штамповка на отдельных прессах.

влена на совмещенном (компаундном) штампе по чисто конструктивным соображениям вследствие малой ширины детали.

На рис. 6-*а* изображена последовательность многооперационной штамповки двух деталей: диска статора (дет. *А*) и ротора (дет. *В*).

В данном случае применен метод расчленения вырезки сложного контура детали на ряд последовательных операций, выполняемых сравнительно простыми пуансонами и матрицами. Центрирование полосы производится посредством ловителей. За первую операцию (переход) пробиваются центральное отверстие и пазы ротора, за вторую операцию пробиваются пазы статора за третью производится вырезка ротора (дет. *В*), за четвертую производится обрезка в размер внутреннего диаметра статора и за пятую операцию производится вырезка статора (дет. *А*).

Таким образом, за каждый ход пресса изготовляются одновременно диски статора и ротора, которые проталкиваются через отверстие матрицы под стол пресса и, обычно, автоматически набираются на особые стапелирующие приспособления.

Изготовление целых пуансонов и матриц, профиль которых соответствовал бы сложному профилю изделий, конечно, невозможно. Данные изделия могут быть изготовлены на штампах совмещенного (компаундного) типа. Но в этом случае пришлось бы применить два весьма сложных совмещенных штампа, один для диска статора, а второй для диска ротора, вырезаемого из отходов от первого. Объединить и тот и другой в одном совмещенном (компаундном) штампе практически не удается, так как пазы ротора весьма близко подходят к пазам статора, и в штампе пришлось бы делать тончайший малостойкий пуансон и узкое матричное отверстие. Кроме того, такому объединению препятствует ряд других конструктивных соображений. Таким образом, один многооперационный последовательный штамп для вырезки статорных и роторных дисков заменяет собой или два сложных совмещенных штампа, или пять простых раздельных штампов. Не прибегая к подсчетам, можно утверждать, что последовательный штамп будет не дороже двух совмещенных штампов, но более чем в два раза производительнее последних.

На рис. 6-*б* для сопоставления приведен способ штамповки статорных и роторных дисков на раздельных штампах, установленных на отдельных прессах. Этот способ применяется при недостаточной серийности выпуска, а также для штамповки крупных дисков. Через каждую из операций пропускаются не штучные заготовки, а целые полосы. На первом прессе производится пробивка роторных пазов и вентиляционных отверстий, на втором прессе—пробивка пазов и отверстий статора и на третьем прессе совмещенным штампом производится вырезка дисков статора и ротора. Таким образом, в данном случае, при небольшой серийности производства, один многооперационный последовательный штамп заменен двумя пробивными и одним совмещенным штампом, более простыми по устройству и изготовлению.

На рис. 7 приведен способ двухрядной последовательной штамповки деталей, изображенных на рис. 7-*б*. Этот способ применяется для изделий, которые по своей конфигурации должны иметь так называемый встречный или шахматный тип раскроя, с целью наиболее экономного использования материала. На рис. 7-*а* изображен план матрицы, причем расположение матричных отверстий заштриховано. Пробивные отверстия отнесены от вырезных для получения более прочной матрицы, устойчивой против деформаций при закалке. Расположение пуансонов и боко-

вых упоров или шагового ножа должно быть таково, чтобы мелкие пробивные пуансоны не попадали в край полосы.

При многорядном способе штамповки расстояние между осями вырубных пуансонов или матриц, а также между вырубными и пробивными пуансонами и матрицами разных рядов должно составлять

$$l = 1{,}5\ (d + n),$$

где l — расстояние между пуансонами;

d — диаметр или ширина изделия;

n — величина перемычки (см. табл. 6).

Для центрирования пробитых отверстий при вырезке наружного контура в вырезных пуансонах устанавливаются ловители. Может случиться, что при втором ударе в новой полосе нижний ловитель будет

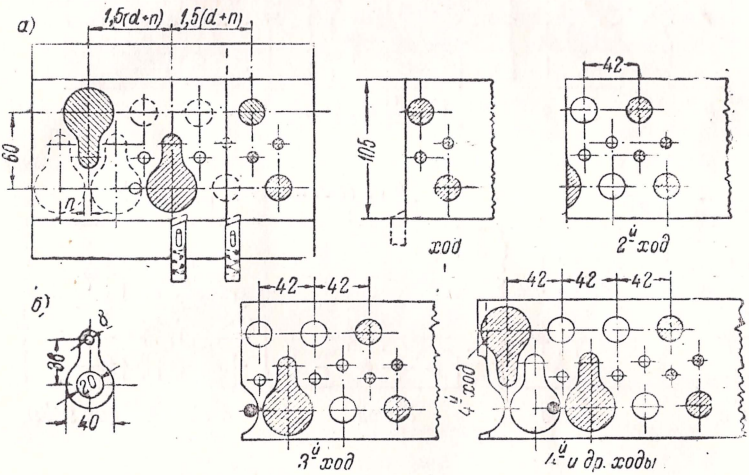


Рис. 7. Двухрядная последовательная штамповка.

попадать на непробитое место. При тонком материале это еще допустимо, но при толстом ловитель будет расшатываться. В данном случае надо или расположить временные боковые пружинные упоры, как показано на рис. 7-*а*, или второй ловитель ставить не на вырезной пуансон, а для мелких отверстий верхнего ряда.

На рис. 7 приведена последовательность пробивки и вырезки изделий. За первый ход пробиваются внутренние отверстия для деталей обоих рядов. Для установки полосы в матричную полость вдвигается пальцем первый боковой временный упор. Для ограничения подачи под второй удар вводится в действие второй временный упор. За второй ход пресса вырезается часть контура с края полосы и вновь пробиваются отверстия. Далее подача может производиться с применением постоянного или автоматического качающегося упора. За третий ход пресса производится вырезка одного готового изделия и пробивка новых отверстий. За четвертый и последующие ходы пресса производится вырезка двух изделий с обеих сторон полосы и пробивка новых отверстий и т. д. Получения неполного изделия верхнего ряда можно избежать, сместив упор влево, но сняв ловитель с нижнего пуансона.

На рис. 8 изображены различные способы многорядной последовательной штамповки. В качестве примера взята штамповка мелких крепежных гаек, изготовляемых в миллионных количествах в электро- и радиотехнике. На рис. 8-*а* показано применяемое иногда неправильное расположение предварительных пробивных пуансонов. Здесь не выдержано правило расположения пробивных пуансонов на расстоянии $l = 1{,}5\,(d + n)$ от вырезных. Матрица получилась излишне ослабленной. При закалке такой матрицы возникают сильные внутренние напряжения, деформации и трещины.

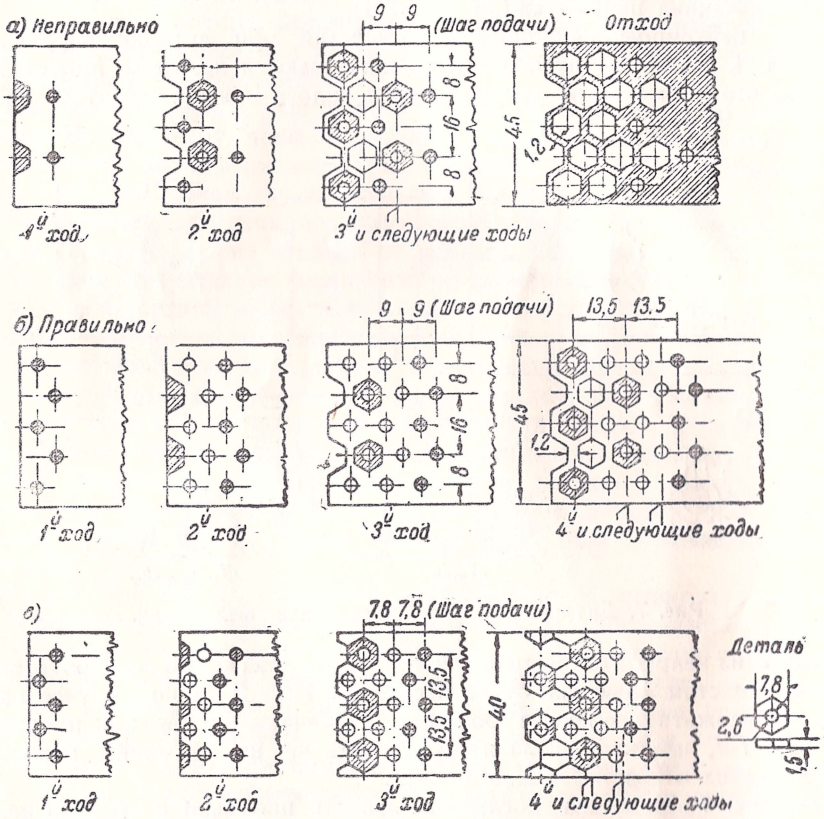


Рис. 8. Различные способы многорядной последовательной штамповки гаек.

Последовательность наложения операций пробивки и вырезки: первый ход (пробивка) — второй ход (вырезка); второй ход (пробивка) — третий ход (вырезка) и т. д. В данном случае при работе с постоянными упорами, необходим один боковой временный упор.

На рис. 8-*б* показано правильное расположение пробивных пуансонов, отнесенных от вырезных на расстояние, равное $1{,}5(d + n)$. Вследствие этого матрица получается более прочной и устойчивой. Работа может производиться или с автоматической подачей, или с шаговыми

ножами, или с постоянными и боковыми упорами. В последнем случае необходимы два боковых временных упора. В любом из указанных способов подачи обязательно применение центрирующих ловителей. Они должны быть установлены в крайних пуансонах тройного ряда. В вырезных пуансонах двойного ряда устанавливать ловители не следует, так как эти пуансоны при заправке новой полосы и первом ходе ударяют по непробитому месту.

В данном случае последовательность наложения операций такова: первый ход (пробивка) — третий ход (вырезка); второй ход (пробивка) — четвертый ход (вырезка) и т. д.

В обоих рассмотренных случаях штамповка производилась с перемычками между вырезаемыми деталями.

На рис. 8-*в* показан способ штамповки тех же гаек, но без перемычек. Это дает значительную экономию на материале, но детали получаются менее качественные, с зарубками и неодинаковыми гранями, вследствие наличия небольшого зазора между ловителем и стенками пробитого отверстия. Необходимо обратить внимание на то, что для данного раскроя применяется иное расположение пробивных пуансонов и боковых временных упоров, чем при штамповке с перемычками.

Экономия материала при безотходном раскрое составляет $\frac{45 \cdot 9}{5} - \frac{40 \cdot 7{,}8}{5} = 81 - 62{,}4 = 18{,}6$ *мм*^{2} на одно изделие, или $\frac{18{,}6}{81} = 0{,}23$, или 23%, что для массового производства, измеряемого сотнями тысяч и миллионами штук в год, дает весьма большую экономию металла.

9. Однорядная последовательно-параллельная штамповка

Рассмотренные выше примеры многократной последовательной штамповки относятся к изготовлению изделий небольших размеров и выполняются путем многорядной штамповки. Среди штамповщиков и конструкторов штампов существует ошибочное мнение о невозможности применения многократной последовательной штамповки для длинных (свыше 100 *мм*), но узких деталей. Это ошибочное мнение основано на стремлении получить многократность путем многорядности, что для таких деталей невозможно, так как приводит к чрезмерно громоздким штампам.

На рис. 9 изображен предложенный автором способ однорядной последовательно-параллельной штамповки длинных, но узких изделий. Этот способ состоит в однорядном расположении по длине полосы нескольких вырезных и стольких же пробивных пуансонов с определенными интервалами между ними. Особенность предложенного способа заключается в определении интервалов между пуансонами и необходимой величины шага подачи, для получения последовательного наложения операций с тем, чтобы не было пропусков в ленте или вторичного попадания пробитых отверстий (или вырезанных окон) под аналогичные пуансоны.

Автором настоящей работы установлена следующая зависимость между шагом подачи (H), кратностью штамповки (m), шириной детали (b) и величиной перемычки (n):

$$H = m\ (b + n).$$

В указанной формуле $(b + n)$ представляет собой шаг раскроя. Отсюда ясно, что в данном случае шаг подачи и шаг раскроя не одно и то же, как это имеется во всех других случаях штамповки, а шаг подачи в несколько раз больше шага раскроя.

В приведенном на рис. 9 примере величина шага подачи равна трехкратному шагу раскроя:

$$H = 3\,(12 + 2) = 42 \text{ мм}.$$

Одновременно было установлено, что различной кратности последовательно-параллельной штамповки соответствует различная величина интервала между пуансонами, иначе получаются вторичные попадания

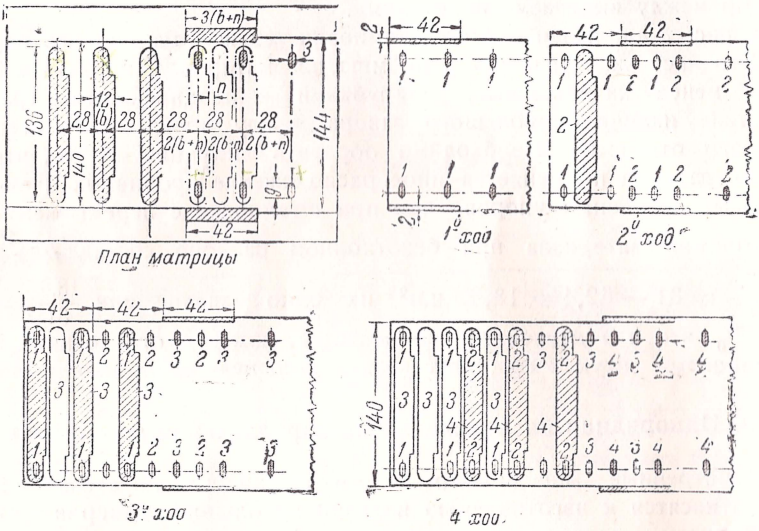


Рис. 9. Однорядная последовательно-параллельная штамповка.

ленты под аналогичные пуансоны. А именно: при нечетном количестве одновременно штампуемых изделий ($m = 3$; 5 и 7), расстояние между осями вырезных, а также пробивных пуансонов должно составлять

$$h = 2\,(b + n),$$

а при четном количестве штампуемых изделий ($m = 2$; 4 и 6), это расстояние должно быть

$$h = 3\,(b + n).$$

Интервал же между вырезными и пробивными пуансонами во всех случаях последовательно-параллельной штамповки должен быть

$$h_1 = 2\,(b + n).$$

Указанные зависимости могут быть обобщены и представлены в табл. 4.

В рассматриваемом примере (рис. 9) имеется следующая последовательность наложения операций, указанная на рисунках цифрами: первый

Таблица 4

Зависимости при последовательно-параллельной штамповке

Кратность штамповки	Шаг подачи	Расстояние между осями		Интервал между осями вырезных и пробивных пуансонов
		вырезных пуансонов	пробивных пуансонов	
2-кратная	$2\ (b+n)$	$3\ (b+n)$	$3\ (b+n)$	$2\ (b+n)$
3-кратная	$3\ (b+n)$	$2\ (b+n)$	$2\ (b+n)$	
4-кратная	$4\ (b\ \ n)$	$3\ (b+n)$	$3\ (b+n)$	
5-кратная	$5\ (b+n)$	$2\ (b+n)$	$2\ (b+n)$	
6-кратная	$6\ (b+n)$	$3\ (b+n)$	$3\ (b+n)$	
7-кратная	$7\ (b+n)$	$2\ (b+n)$	$2\ (b+n)$	

ход (пробивка) — третий ход (вырезка); второй ход (пробивка) — четвертый ход (вырезка); третий ход (пробивка) — пятый ход (вырезка) и т. д.

Одно изделие, вырезаемое за второй ход пресса, получается без отверстия и идет в отход. Следовательно, на третьем пуансоне ловителей ставить нельзя.

Необходимо указать, что для однорядной последовательно-параллельной штамповки могут быть применены или автоматическая подача материала, или боковые шаговые ножи, обрезающие кромку ленты на величину шага подачи. Другие типы упоров для данного способа не годятся. Применение ловителей обязательно. Способ однорядной многократной штамповки может быть осуществлен и для простой многократной вырубки без предварительного пробивания отверстий.

Установленные правила для определения величины шага подачи и интервалов между пуансонами остаются в силе. Естественно, что последовательно-параллельная штамповка может применяться не только к прямолинейным деталям, но и к криволинейным или изогнутым узким и длинным деталям. Последовательность штамповки также может быть не только двухоперационная, но и более сложная.

Применение однорядной последовательно-параллельной штамповки, кроме технической возможности, зависит от масштабов производства и определяется вопросами экономической целесообразности. Методы подсчета экономической целесообразности многократной штамповки были изложены ранее в главе I и полностью применимы для данного случая последовательно-параллельной штамповки.

10. Раскрой материала

Многооперационная последовательная штамповка применяется, главным образом, в крупносерийном и массовом производствах, насчитывающих выпуск продукции сотнями тысяч и миллионами штук в год. Поэтому экономия металла имеет здесь громадное значение, так как даже незначительная экономия материала, приходящаяся на одно изделие, даст на всю программу весьма большую экономию.

Особо важное значение экономии металла в холодной штамповке объясняется тем, что стоимость материала штампованных изделий обычно

составляет от 60 до 75% от общей себестоимости, в то время как стоимость прямой заработной платы обычно находится в пределах от 5 до 15%.

Высокий удельный вес стоимости материала в себестоимости штампованных изделий объясняется весьма высокой механизацией процессов холодной штамповки и высокой производительностью труда. Поэтому рациональное использование материала и его экономия имеют наибольшее влияние на себестоимость штампованных изделий.

Экономия материала, как известно, достигается путем применения наивыгоднейшего расположения вырезаемых изделий на полосе, или иначе наивыгоднейшего „раскроя" материала. Последний должен соответствовать конфигурации штампуемых изделий и давать возможно наименьшую величину отходов материала.

Последовательно-комбинированной штамповкой изготовляются детали всевозможных конфигураций. Обычно различные конфигурации изделий требуют различных способов раскроя материала, так как выгодный и экономный раскрой для одной конфигурации будет не экономным для другой. Некоторые изделия допускают прямое расположение вырубок на полосе, другие требуют наклонного, а третьи встречного или шахматного раскроя.

Применяемые на практике главнейшие виды раскроя могут быть классифицированы по способу расположения вырезаемых изделий на полосе и сведены к следующим основным типам:

1) прямой;
2) наклонный;
3) встречный;
4) комбинированный;
5) многорядный;
6) с вырезкой перемычки. Кроме того, раскрой различается по способу вырезки: с перемычками, т. е. по всему контуру изделия, или без перемычек.

Раскрой с перемычками применяется для сравнительно точных изделий, соответствующих 5 и 7 классам точности, не допускающих больших погрешностей или дефектов и требующих вырезки по всему контуру.

Раскрой без перемычек применяется для неответственных и грубых изделий, соответствующих 8 и 9 классам точности, не требующих обязательной вырезки по всему контуру и допускающих дефекты контура (зарубки, усики) при неточной подаче материала. Типовые раскрои материала приведены в табл. 5.

Укажем на преимущественное применение различных типов раскроя.

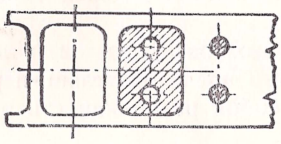
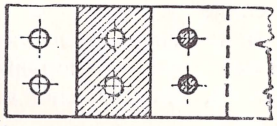
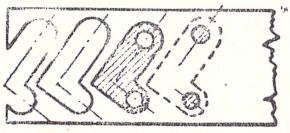
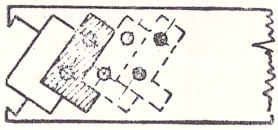
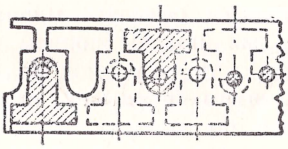
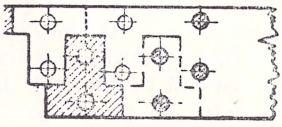
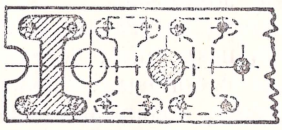
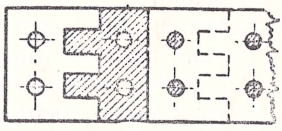
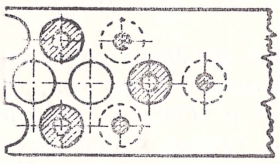
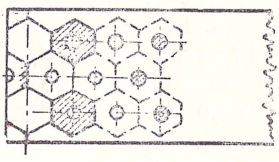
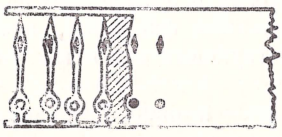
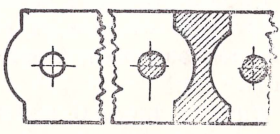
Прямой тип раскроя применяется при вырезке изделий прямоугольной или другой простой геометрической конфигурации.

Наклонный тип раскроя применяется при вырезке изделий Г-образной или другой сложной конфигурации, которые при прямом расположении на полосе дают увеличенные отходы материала.

Встречный тип раскроя применяется при вырезке изделий Т-образной, П-образной, Ш-образной или другой сложной конфигурации, для которых и прямое и наклонное расположение дают большие отходы материала. Как правило, в массовом производстве мелких изде-

Таблица 5

Классификация типовых раскроев материала

Тип раскроя	Эскизы типового раскроя	
	с перемычками	без перемычек
Прям		
Наклонный		
Встречный		
Комбинированный		
Многорядный		
С вырезкой перемычки		

В многооперационной последовательной штамповке при ручной подаче материала часто применяются штампы с боковым шаговым ножом. Последние, в сочетании с ловителями, обеспечивают весьма производительную работу (часто „на самоходе"), точную фиксацию и устраняют влияние неравномерной ширины полосы или ленты. Перемычки в данном случае могут быть минимальными, но зато увеличивается расход металла на кромку, срезаемую боковым ножом. Ширина кромки, срезаемой боковым ножом (рис. 10-*г*), должна быть не меньше неточности резки полос, или допусков по ширине ленты. Обычно применяется следующая ширина кромки b, срезаемой боковым шаговым ножом:

при толщине материала до		1,5 *мм* — $b = 1{,}5$ *мм*
„ „ „	свыше	1,5 ÷ 2,5 *мм* — $b = 2{,}0$ „
„ „ „	„	2,5 ÷ 3,5 *мм* — $b = 2{,}5$ „

Следует указать, что в штампах с ловителями необходимо обеспечить последним возможность беспрепятственного центрирования полосы. Для этого расположение упоров в последовательных штампах делается на 0,2—0,3 *мм* больше шага подачи с тем, чтобы ловитель слегка подтянул ленту назад, но не толкал бы ее вперед, так как этому препятствует постоянный упор. В автоматической валковой подаче, с той же целью, происходит освобождение ленты в момент штамповки. Боковые перемычки, указанные в табл. 6, были даны для приближенного пользования. Более детальное рассмотрение показывает, что фактическая величина боковых перемычек зависит не только от способа работы (с боковым прижимом полосы или без него), но и от допусков по ширине полосы.

В зависимости от указанных обстоятельств, производится подсчет номинальной ширины полосы для различных способов подачи и направления полосы в штампе, при различном характере допуска по ширине полосы (односторонний —, или двусторонний ±).

В последовательных вырезных штампах перемещение при подаче ленты должно быть строго параллельно продольной оси штампа, иначе произойдет перекос и выход вырубок в край ленты. Во избежание этого одну из направляющих планок (обычно заднюю) делают точно параллельной оси штампа, и применяют легкий боковой прижим полосы к базовой направляющей планке. Такой прижим полностью осуществим и является необходимым при ручной и автоматической клещевой подаче материала. При ручной подаче с применением двусторонних шаговых ножей надобность в боковом прижиме отпадает, так как полоса получает хорошее направление в штампе.

При автоматической валковой подаче боковые прижимы обычно не применяются, так как вследствие бокового трения происходит торможение и проскальзывание ленты в валках, что нарушает точность подачи. Боковые прижимы не применяются для материалов толщиной менее 0,3 *мм*, вследствие смятия их под действием прижимов.

Подсчет номинальной ширины полосы производится исходя из условия сохранения минимально необходимой боковой перемычки (m) при различных способах подачи полосы и различном направлении допуска по ширине (b — или ±).

1) вырезки небольших изделий простой конфигурации, образующих простые и жесткие перемычки (рис. 10-*а*));

2) вырезки более крупных изделий сложной конфигурации, требующих более сложного раскроя с большими погрешностями и образующих фигурные нежесткие перемычки (рис. 10-*б*).

Боковые перемычки (до края полосы) даны также для двух случаев:

1) работы с боковым прижимом;

2) работы без бокового прижима полосы.

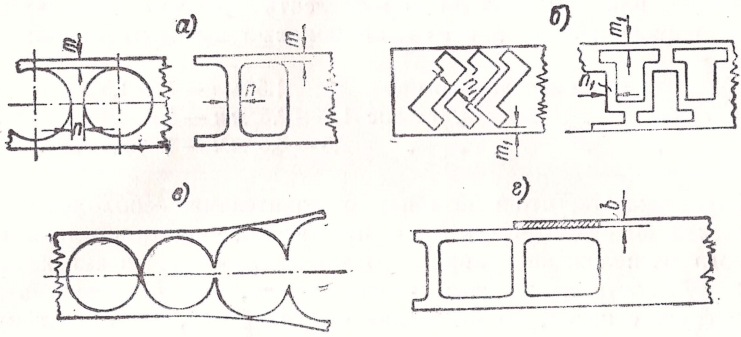


Рис. 10. Перемычки при вырезке.

Таблица 6

Наименьшая величина перемычек

Толщина материала в *мм*	Перемычки между вырезками		Боковые перемычки	
	n для небольших изделий простой конфигурации (рис. 10-*а*)	n_1 для больших изделий и сложной конфигурации (рис. 10-*б*)	m при работе боковым прижимом полосы	m_1 при работе без бокового прижима полосы
0,3	1,4	2,3	1,4	2,3
0,5	1,0	1,8	1,0	1,8
1,0	1,2	2,0	1,2	2,0
1,5	1,4	2,2	1,4	2,2
2,0	1,6	2,5	1,6	2,5
2,5	1,8	2,8	1,8	2,8
3,0	2,0	3,0	2,0	3,0
3,5	2,2	3,2	2,2	3,2
4,0	2,5	3,5	2,5	3,5
5,0	3,0	4,0	3,0	4,0

Примечание. Величина боковой перемычки m_1 дана приближенно и принята равной n_1.

Вырезка без перемычек („в рассечку"), изображенная на рис. 10-*в*, допускается только для грубых изделий (8—9 класс точности), или для изделий, обрабатываемых по контуру. Для последовательной вырезки и пробивки не рекомендуется. Для неметаллических волокнистых и изоляционных материалов величины перемычек обычно принимаются в 1,5—2 раза больше указанных.

В многооперационной последовательной штамповке при ручной подаче материала часто применяются штампы с боковым шаговым ножом. Последние, в сочетании с ловителями, обеспечивают весьма производительную работу (часто „на самоходе"), точную фиксацию и устраняют влияние неравномерной ширины полосы или ленты. Перемычки в данном случае могут быть минимальными, но зато увеличивается расход металла на кромку, срезаемую боковым ножом. Ширина кромки, срезаемой боковым ножом (рис. 10-*г*), должна быть не меньше неточности резки полос, или допусков по ширине ленты. Обычно применяется следующая ширина кромки b, срезаемой боковым шаговым ножом:

при толщине материала до		1,5 *мм* — $b = 1{,}5$ *мм*
„ „ „	свыше	1,5 ÷ 2,5 *мм* — $b = 2{,}0$ „
„ „ „	„	2,5 ÷ 3,5 *мм* — $b = 2{,}5$ „

Следует указать, что в штампах с ловителями необходимо обеспечить последним возможность беспрепятственного центрирования полосы. Для этого расположение упоров в последовательных штампах делается на 0,2—0,3 *мм* больше шага подачи с тем, чтобы ловитель слегка подтянул ленту назад, но не толкал бы ее вперед, так как этому препятствует постоянный упор. В автоматической валковой подаче, с той же целью, происходит освобождение ленты в момент штамповки. Боковые перемычки, указанные в табл. 6, были даны для приближенного пользования. Более детальное рассмотрение показывает, что фактическая величина боковых перемычек зависит не только от способа работы (с боковым прижимом полосы или без него), но и от допусков по ширине полосы.

В зависимости от указанных обстоятельств, производится подсчет номинальной ширины полосы для различных способов подачи и направления полосы в штампе, при различном характере допуска по ширине полосы (односторонний —, или двусторонний ±).

В последовательных вырезных штампах перемещение при подаче ленты должно быть строго параллельно продольной оси штампа, иначе произойдет перекос и выход вырубок в край ленты. Во избежание этого одну из направляющих планок (обычно заднюю) делают точно параллельной оси штампа, и применяют легкий боковой прижим полосы к базовой направляющей планке. Такой прижим полностью осуществим и является необходимым при ручной и автоматической клещевой подаче материала. При ручной подаче с применением двусторонних шаговых ножей надобность в боковом прижиме отпадает, так как полоса получает хорошее направление в штампе.

При автоматической валковой подаче боковые прижимы обычно не применяются, так как вследствие бокового трения происходит торможение и проскальзывание ленты в валках, что нарушает точность подачи. Боковые прижимы не применяются для материалов толщиной менее 0,3 *мм*, вследствие смятия их под действием прижимов.

Подсчет номинальной ширины полосы производится исходя из условия сохранения минимально необходимой боковой перемычки (m) при различных способах подачи полосы и различном направлении допуска по ширине (b — или ±).

На рис. 11 приведены схемы к подсчету номинальной ширины полосы для двух случаев: *I* — для штамповки с боковым прижимом полосы; *II* — для штамповки без бокового прижима. На рис. 11-*а* дана схема подсчета ширины полосы при штамповке с боковым прижимом, в случае одностороннего минусового допуска на ее ширину $\left(-\Delta'_{ш}\right)$. Для данного случая номинальная ширина полосы составит

$$B = D + 2m + \Delta'_{ш},$$

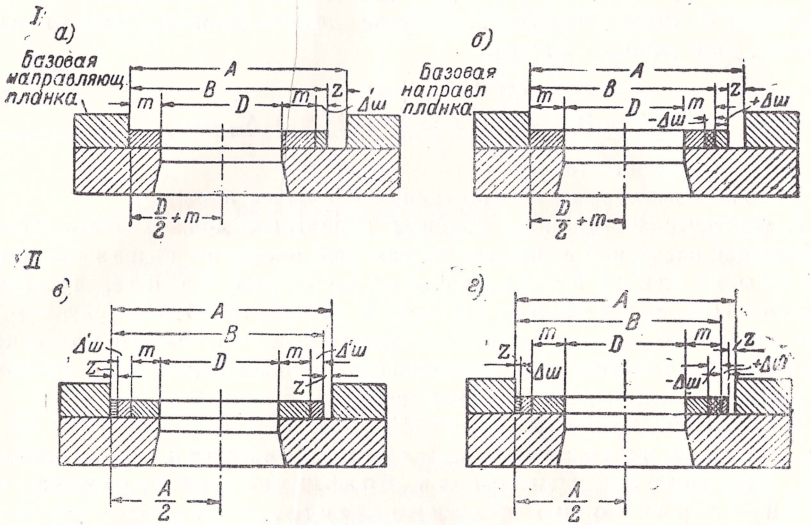


Рис. 11. К подсчету номинальной ширины полосы.

а и *в*) для полос с односторонними (минусовыми) допусками; *б* и *г*) для полос с двусторонними (+ и —) допусками.

A просвет между направляющими штампа

$$A = B + z = D + 2m + \Delta'_{ш} + z,$$

где B — номинальная ширина полосы;

D — размер вырезаемого изделия (поперек полосы);

m — наименьшая величина боковой перемычки (см. табл. 6);

$\Delta'_{ш}$ — односторонний допуск на ширину полосы;

A — просвет между направляющими штампа;

z — гарантированный зазор между направляющими планками и наибольшей возможной шириной полосы.

На рис. 11-*б* приведена схема подсчета ширины полосы при штамповке с боковым прижимом, в случае двустороннего допуска на ее ширину ($\pm\Delta_{ш}$). Для данного случая:

$$B = D + 2m;$$

$$A = B + \Delta_{ш} + z = D + 2m + \Delta_{ш} + z,$$

где $\Delta_{ш}$ — плюсовая часть двустороннего допуска, а все остальные обозначения те же.

На рис. 11-*в* дана схема подсчета ширины полосы при штамповке без бокового прижима, в случае одностороннего минусового допуска на ее ширину. Для этого случая:

$$B = D + 2\left(m + \Delta'_{ш}\right) + z;$$
$$A = B + z = D + 2\left(m + \Delta'_{ш} + z\right),$$

где все обозначения прежние.

На рис. 11-*г* приведена схема подсчета ширины полосы при штамповке без бокового прижима, в случае двухстороннего допуска на ее ширину. Для данного случая:

$$B = D + 2m + \Delta_{ш} + z;$$
$$A = B + \Delta_{ш} + z = D + 2\left(m + \Delta_{ш} + z\right),$$

где все обозначения те же.

Отсюда можно вывести следующие основные правила:

1. Фактическая величина боковых перемычек должна быть больше наименьшей расчетной величины их, так как номинальная ширина полосы зависит от величины допуска на нее, включая последний в виде прибавки к ширине. В ряде случаев допуск на ширину полосы настолько значителен, что без его прибавки не только не будет выдержана минимальная боковая перемычка, но может получиться выход вырезки в край полосы.

2. При штамповке с боковым прижимом номинальная ширина полосы не зависит от величины зазора z, что позволяет применить большую величину зазора и менее точную по ширине ленту.

3. При штамповке без бокового прижима номинальная ширина полосы зависит от величины гарантийного зазора z, который должен быть выдержан в возможно меньших пределах. Если в данном случае ширину полосы брать без учета величины зазора z, то в случае применения полос с отклонением по нижнему предельному размеру (без прибавки $\Delta_{ш}$) при смещении к одному из краев можем получить выход вырубки за край полосы.

Ниже в табл. 7, 8, 9 и 10 приводятся конкретные цифровые значения отдельных величин, входящих в формулы для подсчета ширины полосы.

Таблица 7

Величина гарантийного зазора z, *мм*

Ширина полосы	Способ направления полосы		
	без бокового прижима [1]	без бокового прижима для встречного раскроя	с боковым прижимом
До 100	0,5—1,0	2	5
Свыше 100 . . .	1,0—1,5	3	8

[1] Бо́льшие значения для бо́льшей толщины материала.

Для характеристики величины допусков на ширину ленты приводим данные по допускам на стальную ленту холодной прокатки (по ГОСТ 2284-43) и заводские данные по допускам на полосы, нарезанные на гильотинных ножницах.

Таблица 8

Допуски на ширину обрезной ленты, *мм*

Толщина	Допуск на ширину ленты ($-\Delta'_{ш}$)	
	нормальной точности	повышенной точности
0,1—0,5	—0,3	—0,2
0,5—1,0	—0,4	—0,3
Свыше 1,0	—0,6	—0,4

Таблица 9

Допуски на ширину необрезной ленты, *мм*

Ширина	Допуск ($+\Delta_{ш}$)
До 50	$\begin{matrix}+2\\-1\end{matrix}$
Свыше 50	$\begin{matrix}+3\\-2\end{matrix}$

Необрезную ленту рекомендуется применять или в штампах с боковым прижимом, или с боковыми шаговыми ножами, или с заведомо увеличенной величиной боковой перемычки

Таблица 10

Допуски на ширину полос, нарезанных на гильотинных ножницах ($\pm\Delta_{ш}$), *мм*

Ширина полосы	Толщина материала			
	до 1	свыше —2	свыше 2—3	свыше 3—5
До 100	±0,3	±0,4	±0,6	±1,0
Свыше 100	±0,4	±0,6	±1,0	±1,5

Полученные результаты подсчета ширины полосы следует округлять до 0,5 или 1 *мм* в бо́льшую сторону. На основании приведенных схем и формул нетрудно составить таблицы для практического пользования.

12. Типы последовательных штампов для изготовления плоских изделий

Ранее, на рис. 1-*б*, был приведен типовой последовательный штамп для пробивки и вырезки шайб, а в главе I было дано описание его устройства и способа действия. На рис. 12 изображен типовой последовательный штамп для пробивки и отрезки. Отличительной чертой его устройства являются пробивные пуансоны *1*, служащие для предварительной пробивки отверстий в полосе, и отрезной нож *2*, производящий отрезку пробитого конца полосы. Отрезной нож имеет центрирующие боковые скосы и работает сопряженно с отрезной матрицей *3*. Заготовка

подается вручную до упора *4*, и после отрезки падает на стол пресса. Остальное устройство штампа ясно из чертежа. Последовательно-отрезные штампы не могут обеспечить большой точности и применяются, главным образом, для грубых и малоответственных изделий, соответствующих *8* и *9* классам точности.

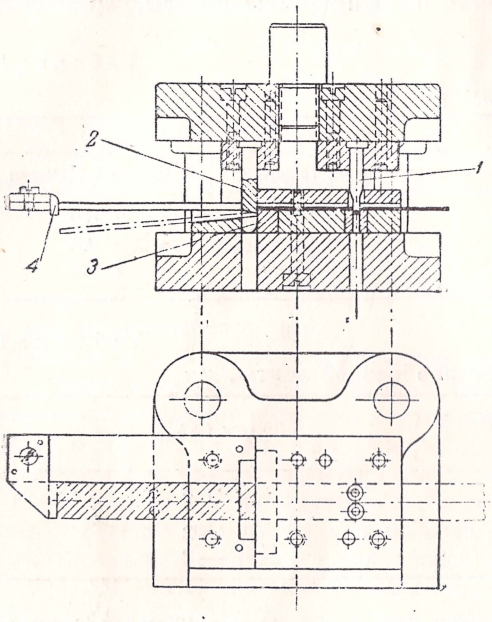


Рис 12. Штамп для последовательной пробивки и отрезки.

На рис. 13-*а* изображен более сложный многооперационный последовательный штамп для пробивки, зенковки, правки, чеканки и вырубки.

Штамп предназначен для изготовления специальной латунной шайбы, изображенной на рис. 13-*б*. Особенность данного штампа заключается в том, что для получения изпод штампа зенкованного отверстия, пробивка его производится с отбортовкой и косым срезом материала, как показано на рис. 13-*в*, пуансоном *1*, имеющим закругленную форму торца. За следующую операцию пуансон *2* производит правку борта, причем косой срез образует зенкованное отверстие. Третьей операцией является чеканка кругового рифта пуансоном *3*. За четвертую опера-

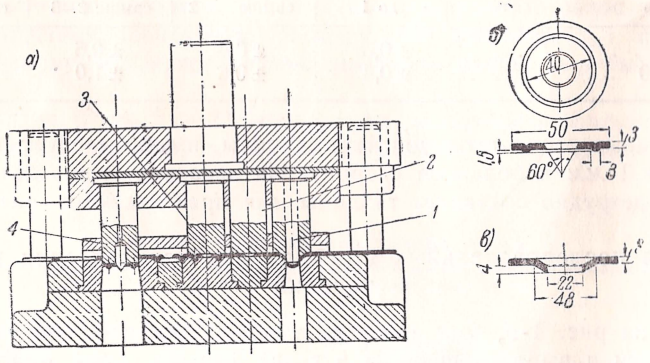


Рис. 13. Штамп для последовательной пробивки, зенковки, чеканки и вырезки.

цию производится вырубка готовой шайбы пуансоном *4*. Матрицы сделаны вставными для упрощения перешлифовки и замены их. Остальное устройство ясно из рисунка.

На рис. 14 изображен многооперационный последовательный штамп для одновременного изготовления статорных и роторных дисков асинхронных электродвигателей. На заднем плане изображена нижняя, а на переднем — верхняя часть штампа. Штампуемые детали изображены справа и слева от штампа: *а* — диск ротора диаметром 105 *мм*; *б* — диск статора диаметром 180 *мм*. Последовательность операций видна на образце ленты, приведенной снизу. За первый ход пресса пробивается осевое отверстие и 32 паза ротора, одновременно же пробиваются два отверстия для ловителей. За второй ход производится пробивка 36 пазов статора. За третий ход производится вырезка диска ротора. И, наконец, за четвертый ход вырезается диск статора. Материал заготовки — трансформаторная сталь толщиной 0,9 *мм*. Штамповка производится со скоростью 100 ходов пресса в мин. Центрирование ленты производится четырьмя парами ловителей, фиксирующих

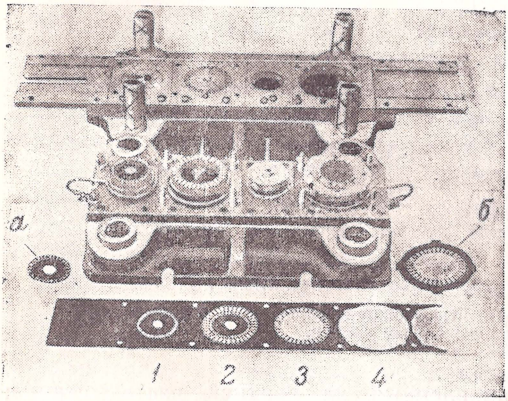


Рис. 14. Многооперационный последовательный штамп для изготовления статорных и роторных дисков.

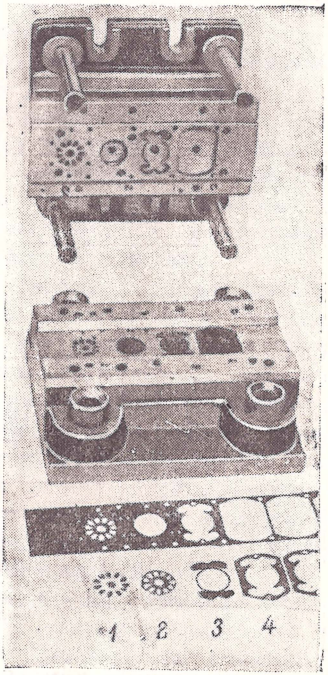


Рис. 15. Многооперационный последовательный штамп для штамповки полюсов и якорей электромоторов.

пробитые отверстия по краям полосы. Матрица штампа составная из четырех отдельных секций, смонтированных на нижней плите. Это облегчает замену их при ремонте. Съемник сделан жестким, укрепленным на матрице. Направляющие колонки запрессованы в нижнюю часть штампа.

На рис. 15 изображен многооперационный последовательный штамп для одновременного изготовления пластин полюсов и якорей мелких электромоторов. Штамп имеет много общего с только что рассмотренным, но отличается от него по конструктивному выполнению. Штамп изображен в раскрытом виде, причем верхняя часть штампа откинута кверху. Последовательность штамповки и полученные изделия приведены снизу. За первый ход производится пробивка осевого отверстия

и пазов якоря, а также мелких отверстий для полюса и двух отверстий для ловителей. За второй ход производится вырезка готового якоря. За третий ход производится вырезка внутреннего контура пластины полюса, выпадающая часть является отходом. За четвертый ход пресса производится вырезка пластины полюса. Штамп предназначен для быстроходного автоматического пресса, работающего со скоростью 200 ходов в мин. Подача ленты автоматическая при помощи валкового механизма. Отличительными особенностями конструкции данного штампа являются:

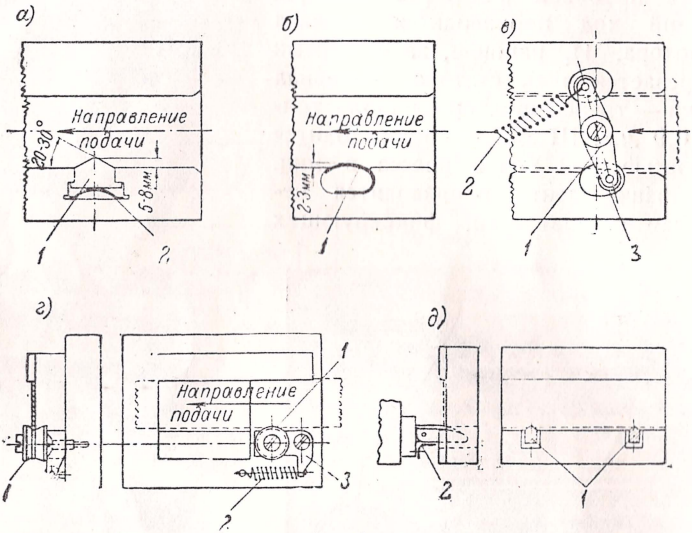


Рис. 16. Различные способы бокового прижима полосы:

а) ползушкой; б) пружинкой; *в*)центрирующими роликами; *г*) шарнирным роликом; *д*) шарнирным клином.

1) пружинный съемник, установленный на верхней части штампа; при этом остается открытой для наблюдения рабочая поверхность матрицы и дается лучшее направление мелким пуансонам;

2) запрессовка направляющих колонок в верхнюю часть штампа.

Ограниченный объем книги не позволяет остановиться на детальном рассмотрении конструкции узлов и деталей последовательных штампов. Поэтому в части конструкции их ограничимся ссылками на производственную и учебную литературу по штампам [1, 3, 6, 11, 12, 16]. Здесь же рассмотрим различные способы бокового прижима полосы, имеющего важное значение в штампах последовательного действия.

На рис. 16 изображены различные способы бокового прижима полосы. Рис. 16-*а* изображает постоянно действующий прижим полосы посредством ползушки *1*, находящейся в гнезде передней направляющей планки и отжимаемой плоской пружинкой *2* к задней базовой направляющей планке. Толщина пружинки берется в пределах от 0,5 до 1,5 *мм* в зависимости от толщины и ширины полосы материала. Эта конструкция позволяет прижимать полосы с отклонением по ширине до 5—8 *мм*. Количество прижимов обычно два. Недостатком данного

устройства является сильное трение при подаче, а вследствие этого невозможность применения его при автоматической роликовой подаче из-за торможения и проскальзывания ленты. При наличии грубых заусенцев на полосе возможно заедание. Другим существенным недостатком постоянно действующего прижима является его помеха центрирующей работе ловителя.

На рис. 16-*б* изображен прижим полосы к задней базовой направляющей планке посредством изогнутой плоской пружинки *1*, спрятанной в вырез передней направляющей планки. Величина допустимых отклонений по ширине полос значительно меньше и обычно составляет 2—3 *мм*. Недостатки этого способа те же, что и предыдущие.

Рис. 16-*в* изображает устройство не для прижима, а для центрирования ленты. Последнее осуществляется двумя поворотными рычагами *1*, соединенными между собой пружиной *2*, заставляющей поворачиваться их на один и тот же угол. На концах рычагов укреплены вращающиеся ролики *3*, поворачивающиеся в вырезах съемника и центрирующие полосу материала. Трение в данном случае значительно меньше, так как ролики имеют свободное вращение. Симметричность центрирования зависит от точности и симметричности рычагов и роликов.

На рис. 16-*г* изображен малоизвестный способ бокового прижима полосы шарнирным роликом. Прижимающий ролик *1* имеет вогнутый профиль, расположенный впадиной на уровне поверхности матрицы. Прижим производится посредством натяжения пружинки *2*, поворачивающей шарнирный рычаг *3*, на котором смонтирован прижимающий ролик *1*. Трение в данном случае значительно меньше, чем у прижимов типа *а* и *б*. Этот способ прижима может не мешать работе ловителей. Для этого необходимо осуществить освобождение полосы от действия ролика в момент работы пуансонов посредством кулачка или клина, слегка отжимающего рычаг *3* в обратную сторону. Данное устройство требует применения пружинного съемника.

На рис. 16-*д* изображен новый способ бокового прижима полосы посредством шарнирных клиньев *1*, имеющих криволинейный скос рабочей грани и отжимаемых пружинками *2*. Действие их понятно из рисунка. Достоинствами данного способа прижима являются:

1) свободное передвижение полосы и отсутствие трения при подаче;

2) кратковременное поджимающее действие клиньев;

3) возможность применения при автоматической роликовой подаче. В последнем случае действие клиньев должно происходить во время освобождения ленты роликовым механизмом.

ГЛАВА III

ШТАМПОВКА ГНУТЫХ ИЗДЕЛИЙ МНОГООПЕРАЦИОННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ

13. Основные типы многооперационной последовательной гибки

Способом многооперационной последовательной гибки изготовляется большое количество мелких изделий самой разнообразной формы. Применение многооперационной последовательной гибки диктуется тем, что производительность отдельно выполняемых гибочных и формовочных операций с ручной установкой штучных заготовок в несколько раз

ниже, чем штамповка из полосы. Кроме того, ручная установка мелких штучных заготовок пинцетом и удаление готовых изделий из штампа весьма неудобны и небезопасны. При последовательной же гибке за каждый ход пресса получается полностью отштампованное изделие. Принцип многооперационной последовательной гибки в большинстве случаев заключается в том, что все операции производятся в ленте без полного отделения контура заготовок, причем они остаются соединенными между собой (или с лентой) небольшими перемычками, от которых готовое изделие отрезается на последней операции.

По способу образования контура заготовки и последовательности операций многооперационная последовательная гибка может быть подразделена на следующие основные типы (см. классификацию рис. 3 и рис. 17).

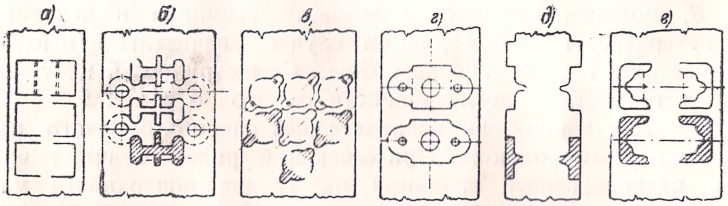


Рис. 17. Типы надрезов и вырезов в ленте при последовательной гибке.

1. С частичной (незамкнутой) надрезкой контура заготовки и отрезкой изделия после гибки (рис. 17-*а* и рис. 3, тип 6).

2. С местной надрезкой и гибкой и последующей вырезкой контура (рис. 3, тип 7).

3. С вырезкой промежутков между заготовками и отрезкой от ленты после гибки (рис. 17-*б* и рис. 3, тип 8).

4. С частичной обрезкой (зарубкой) контура по краям полосы (рис. 17-*д*), причем отрезка изделия может быть произведена: а) до гибки (рис. 3, тип 10); б) после гибки (рис. 3, тип 9).

5. С полной отрезкой (прямой или профильной) от ленты перед гибкой (рис. 3, тип 11) или между последовательными операциями гибки (рис. 3, тип 13).

6. С полной вырезкой контура заготовки, обратной впрессовкой в ленту и перемещением вместе с ней (рис. 17-*г*).

На рис. 17 приведены основные типы надрезов и вырезов при последовательной гибке в ленте.

14. Последовательная гибка с надрезкой контура

Рассмотрим отдельные наиболее характерные примеры последовательной гибки. На рис. 18 приведена последовательность многооперационной гибки трубочки, соответствующая первому типу классификации. Штамповка производится из ленточной стали толщиной 0,4 *мм*. За первую операцию производится надрезка прямоугольной заготовки почти по всему контуру за исключением мостиков по оси ленты. Следующий ход холостой, сделанный для отдаления надрезной матрицы от

гибочной. За вторую операцию (третий ход) производится подгибка краев заготовки; за третью операцию производится U-образная гибка, а за четвертую — окончательная кольцевая гибка трубочки диаметром 5 *мм*. Следующий ход опять холостой. За последнюю, пятую операцию, производится отрезка готовой трубочки от ленты. Подача ленты ручная,

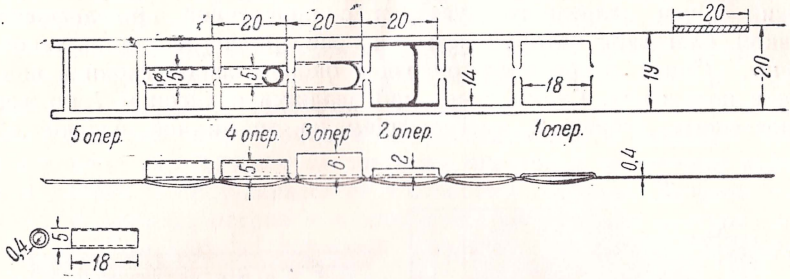


Рис. 18. Последовательная многооперационная гибка трубочек (с надрезкой контура).

с боковым шаговым ножом. Указанным способом последовательной гибки в ленте можно изготовлять трубки и втулочки из тонкого материала.

На рис. 19 изображена схема последовательной многорядной штамповки латунной контактной клеммы. Принцип штамповки тот же, т. е. с частичной надрезкой контура заготовки.

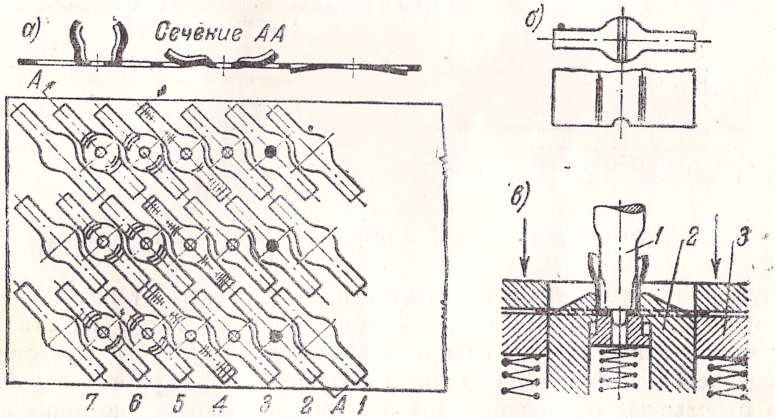


Рис. 19. Трехрядная многооперационная последовательная гибка.

За первый ход производится надрезка контура во всех трех рядах. За второй ход — пробивка отверстий. Третий ход — холостой. За четвертый ход производится предварительная, а за пятый ход — окончательная гибка контактных лепестков. Шестой ход опять сделан холостым. За седьмой ход производится отрезка трех готовых клемм, которые выпадают через отверстия матрицы. Данный пример характерен тем, что отгибка лапок производится вверх, вследствие чего подача материала значительно упрощается. Заслуживает внимания сочетание в одном штампе вырезных и пробивных матриц с гибочными. Выполнено это следую-

щим образом: матрица штампа сделана составной из трех частей, причем крайние (для надрезки, пробивки и отрезки) неподвижны и расположены несколько ниже, а средняя гибочная часть сделана пружинящей, которая в нижнем рабочем положении опускается до одного уровня с режущими матрицами. На том же рисунке справа сверху изображен рабочий конец надрезного пуансона с поперечной прошлифованной канавкой, благодаря которой остается неперерезанный мостик такой же ширины. Снизу изображена операция окончательной гибки в нижнем рабочем положении. Гибка щечек производится пуансоном *1* по жестко установленным губкам *2*, выступающим из прижимной планки *3* при

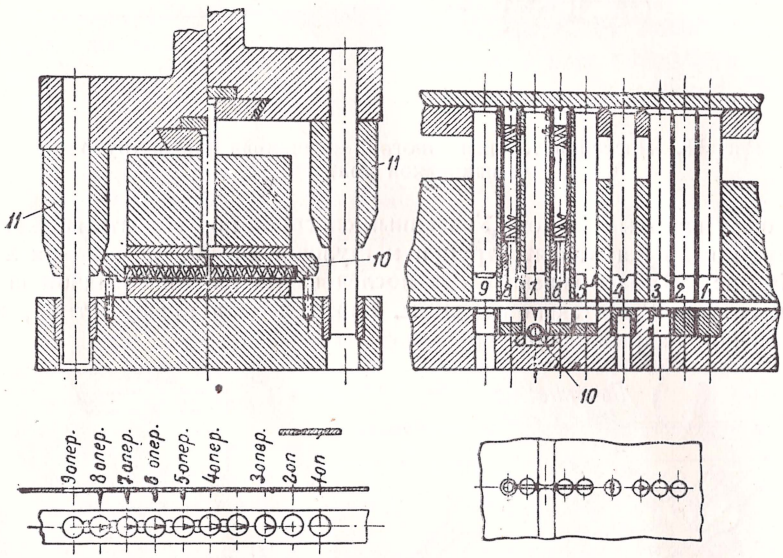


Рис. 20. Последовательный штамп для изготовления кнопок.

ее опускании вниз. Губки *2* входят в прорези ленты от надрезки контура и не мешают ей опускаться с прижимной планкой. Штамп снабжен верхним пружинным съемником. Некоторые трудности представляет сохранение настройки штампа при перешлифовке режущих матриц. Для этого используют основное правило перешлифования многооперационных последовательных штампов: режущие матрицы и пуансоны шлифуют с рабочей поверхности, а гибочные, формовочные и вытяжные — с опорной поверхности. Иногда шлифуют не сами гибочные или формовочные матрицы, а подложенные под них специальные планки.

На рис. 20 изображен последовательный штамп для изготовления канцелярских кнопок на кривошипных прессах, а внизу дана последовательность производимых операций. Этот штамп соответствует второму типу классификатора. Штампуемый материал — стальная холоднокатаная лента толщиной 0,8 *мм*. Подача автоматическая. За первую операцию пуансон *1* производит чеканку ободка, затем во вторую операцию пуансон *2* чеканит надпись. В третью операцию пуансон *3* надрезает

острие кнопки. В четвертую операцию, производимую между 4-м и 5-м шагом подачи, пуансон *4* вырезает перемычку между кнопками у острия. Необходимость в этом будет видна из последней операции. За пятую операцию пуансон *5* отгибает острие кнопки вниз. С этой позиции и до последней операции в матрицах сделана узкая прорезь по оси штампа для прохода острия кнопок. В шестой и восьмой операциях никаких деформаций не производится. В них лента штифтовыми пружинными прижимами *6* и *8* прижимается к матрице. В седьмую операцию производится поперечное заострение кнопки путем горизонтального обжатия острия бойками *10*, приводимыми в действие конусными втулками *11*. За девятую операцию пуансон *9* производит вырезку готовой кнопки и проталкивает ее в отверстие матрицы. Матрица имеет прорезь для прохода острия и в этом месте не вырезает контура, который уже был вырезан в четвертой операции. Остальное устройство ясно из чертежа.

15. Последовательная гибка с частичной обрезкой контура

На рис. 21 приведены схемы последовательной гибки, основанные на частичной обрезке контура и отрезке после гибки. На рис. 21-*а* дана схема последовательной штамповки специальной латунной шайбы, показанной справа. За первую операцию пробивается фигурное отверстие. Второй ход холостой; здесь лента только центрируется ловителем. За вторую операцию (третий ход) производится обрезка наружного контура заготовки по краям полосы с сохранением перемычки между изделиями. Следующий ход опять холостой, нужный по конструктивным соображениям. Наконец, за третью операцию (пятый ход) производится одновременная вырезка оставшейся части и отгибка лапок. Эта операция производится с прижимом (во избежание выворачивания при гибке лапок), после которого необходима обратная выдача деталей, производимая сжатым воздухом. Подача ручная до упора. Лента остается плоской до самого конца.

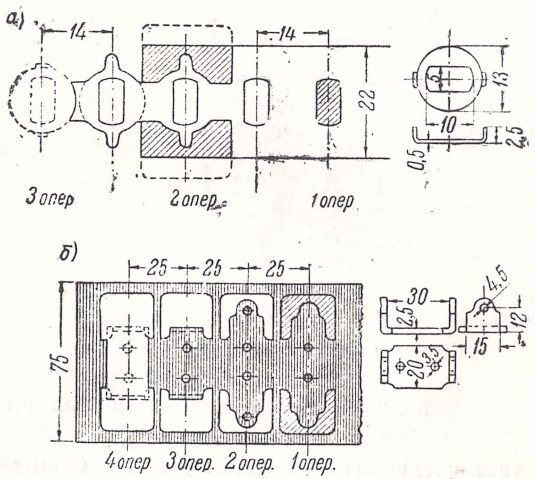


Рис. 21. Схемы последовательной гибки с частичной обрезкой контура.

На рис. 21-*б* изображена схема последовательной гибки стальной скобки, показанной справа. Здесь также производится частичная обрезка контура заготовки, но так как данная штамповка предназначена для автоматической двухвалковой подачи материала, обрезка производится путем вырезки промежутков с сохранением перемычек по краям полосы.

Заранее можно утверждать, что данный способ обрезки хуже предидущего. Последовательность операций ясна из рисунка. Следует добавить, что гибка производится с прижимом, а вырезка—на провал, вследствие чего эти операции даны раздельными. Для прохода отогнутых в третьей операции полок в матрице должны быть предусмотрены прорези от гибочной до вырезной матрицы.

На рис. 22 изображен полностью автоматизированный штамп для изготовления весьма мелкой детали, изображенной сверху. Штамп рабо-

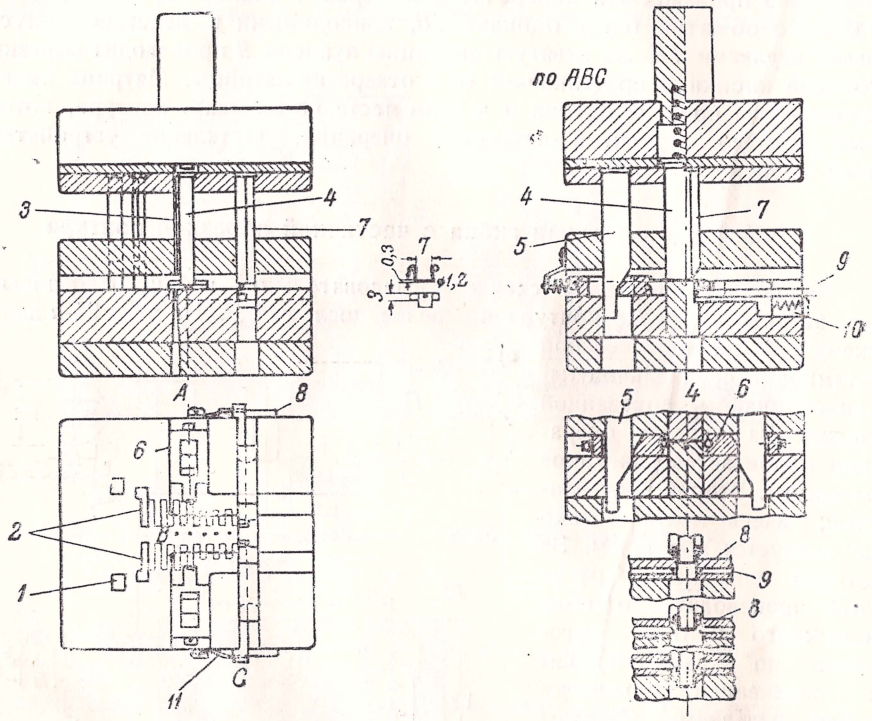


Рис. 22. Последовательно-гибочный штамп с обрезкой контура.

тает следующим образом: вначале боковые шаговые ножи *1* надрезают кромки ленты на величину шага подачи, затем пуансон *2* производит обрезку наружного контура развернутой заготовки. Через два холостых хода пуансон *3* производит пробивку отверстия диаметром 1,2 *мм*. Затем пуансон *4* прижимает середину заготовки к матрице, оставляя зубчатые края висящими в воздухе. В этой же позиции клинья *5* толкают горизонтальные пуансоны *6*, которые производят заворачивание двух шарнирных кольчиков, как показано справа. Следующие три хода сделаны холостыми по конструктивным соображениям. За последнюю операцию производится сразу отрезка детали от ленты и загибка шарнирных щечек вверх. Для этого применено весьма оригинальное, но сложное устройство. Отрезку и гибку производит пуансон *7*, вторая половина которого сделана конусной. В качестве гибочной матрицы применено следующее устройство: гибочными матрицами являются

ползушки *8*, прижимаемые к середине матрицы цилиндрическими пружинами *10*. Внутри этих ползушек независимо от них двигаются съемные штифты *9*, прижимаемые внутрь плоскими пружинками *11*. Внизу показано действие данного устройства. Вначале пуансон *7* отрезает деталь и загибает щечки вверх. Затем клиновая часть пуансона раздвигает матрицы ползушки и загнутая деталь свободно проходит своими шарнирами вниз. Вслед за этим съемные штифты *9* защелкиваются над шарнирами и, при обратном ходе пресса, снимают изделие с пуансона. Таким образом, за каждый ход пресса получается полностью готовое изделие.

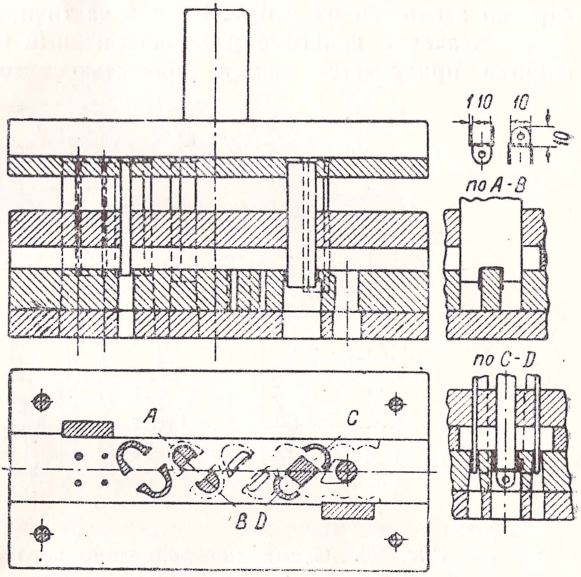


Рис. 22а. Последовательно-гибочный штамп.

На рис. 22а изображен последовательный штамп для гибки скобочки с двухсторонним изгибом, представленной на рисунке справа. Штамповка производится по принципу частичной обрезки контура внутри ленты (рис. 17-*е*). Работа штампа происходит следующим образом: вначале за первый ход пробиваются четыре отверстия, за второй ход обрезается контур двух лепестков, за третий ход производится отгибка их, как показано на разрезе *A—B*, четвертый ход холостой, за пятый ход производится обрезка контура двух других лепестков и отгибка их вверх, причем изделие проталкивается пуансоном в отверстие матрицы, как изображено на разрезе *C—D*. Правое отверстие в матрице предназначено для удаления небольшого остатка в средней части ленты, остающегося после пятого хода. Штамп снабжен боковыми шаговыми ножами.

На рис. 23 изображена последовательность штамповки и схема многооперационного штампа для изготовления изделия весьма сложной замкнутой (коробчатой) конфигурации. Вначале производится развертывание изделия и определение размеров заготовки и ширины ленты. Для данного изделия принята следующая последовательность операций: за первый ход производится пробивка двух отверстий пуансонами *1*. За второй ход пуансоном *2* производится надрезка края и прорезка окон, пуансон *3* производит вытяжку выпуклости, а ножи *4* отрезают полоски с пробитыми отверстиями от соседней заготовки. Последние остаются соединенными меж собой только средними мостиками *A*. За третий ход пресса пуансон *5* пробивает отверстие в выпуклости. За четвертый ход производится загибка щечек пуансоном *6*. Боковые щеки матрицы приподняты над рабочей поверхностью и снабжены скосами для захода ленты. За

пятый ход производится фиксация заготовки ловителем *7* и вырезка пуансоном *8* соединительной перемычки *A*. За последний шестой ход производится окончательная гибка изделия. Гибка производится на оправке, которую вдвигает клин *9*. Боковые клинья приводят в действие горизонтальные пуансоны *C*, которые и производят загибку. Верхний пуансон *D* дожимает изделие до окончательного размера. Удаление детали производится сжатым воздухом. В данном и предыдущем примере первая гибка была выполнена до отрезки, а окончательная гибка после отрезки заготовки от ленты. Способ частичной обрезки контура по краю ленты является наиболее распространенным и автоматизированным. Он широко применяется как в полностью автоматизированных штампах,

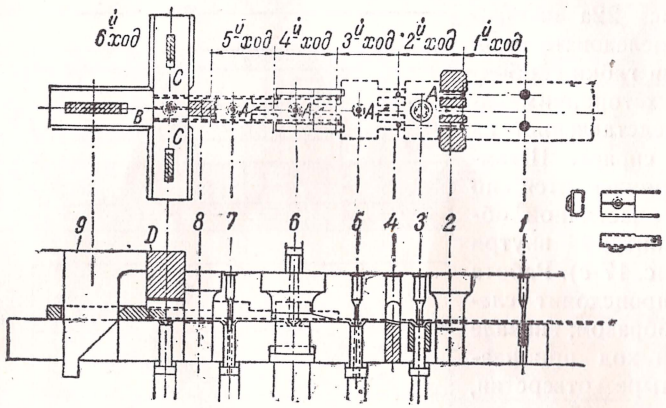


Рис. 23. Схема многооперационного последовательно-гибочного штампа.

аналогичных рассмотренным, так и в специальных штамповочных автоматах. В последних гибка изделий обычно производится после отрезки заготовки.

На рис. 24 приведены типичные примеры последовательной штамповки деталей радиоприемников на специальных горизонтально-штамповочных автоматах.

Рис. 24-*а* дает последовательность штамповки клеммы. За первую операцию производится пробивка отверстия; вторая операция — выдавливание буртика для провода; третья — обрезка наружного контура; четвертая — отрезка заготовки от ленты. За пятую операцию производится гибка контактных лепестков и хвоста. На штамповочных автоматах полная гибка изделий после отрезки производится независимо от последовательного штампа, самостоятельно действующими пуансонами и матрицами. На рис. 24-*б* изображена последовательность штамповки U-образной детали. Вначале производится обрезка наружного контура, затем пробивка овальных и круглых отверстий и отрезка от соседней заготовки. За последнюю операцию производится сложная двойная гибка отдельно действующими пуансонами. Таким образом, при штамповке на специальных горизонтально-штамповочных автоматах применяются следующие принципы:

1) производство преимущественно однорядной штамповки;

2) образование контура заготовки неполной наружной обрезкой;

3) удаление всего лишнего материала из ленты и оставление только развертки самой детали;

4) сохранение плоской формы ленты вплоть до отрезки;

5) выполнение всех гибочных операций отдельно действующими пуансонами и матрицами.

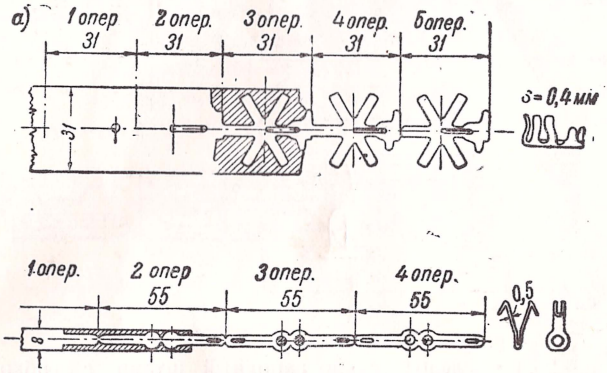


Рис. 24. Примеры последовательной штамповки на специальных штамповочных автоматах.

16. Последовательная гибка из мерной полосы с отрезкой до гибки

Довольно большую группу изделий, изготовляемых многооперационной последовательной штамповкой, представляют собой детали, не требующие обрезки по профильному контуру, а имеющие прямые боковые грани. Штамповка их производится из мерной полосы и значительно проще рассмотренных ранее.

На рис. 25 изображен штамп для штамповки хомутика толщиной 1 *мм*, изображенного на рисунке справа. Вначале производится пробивка трех отверстий, затем профильная отрезка от полосы и гибка требуемой формы, с отбортовкой центрального отверстия. Подача ручная, до упора. Удаление изделий — сжатым воздухом. Справа (см. *А* и *В*) показано действие пуансонов в начале и конце гибки.

Режущая и гибочная матрицы сделаны отдельными для удобства перешлифовки. Вместо шлифовки гибочной матрицы производится перешлифовка подкладки. Штамп снабжен пружинным съемником, который одновременно является направляющей для тонких пуансонов, предохраняя их от деформаций. Остальное устройство ясно из рисунка.

На рис. 26 приведен другой пример последовательной гибки из мерной полосы детали, изображенной сверху. Вначале производится пробивка двух отверстий диаметром 1 *мм*, затем профильная отрезка и гибка детали. Вырезная и гибочная матрицы сделаны отдельными. Для перешлифовки и выравнивания высоты под матрицы подложены подкладки *а* и *b*. Съемник штампа пружинный, направленный по четырем колонкам. Тонкие пуансоны получают направление в съемной плите посредством двух втулочек, залитых подшипниковым сплавом.

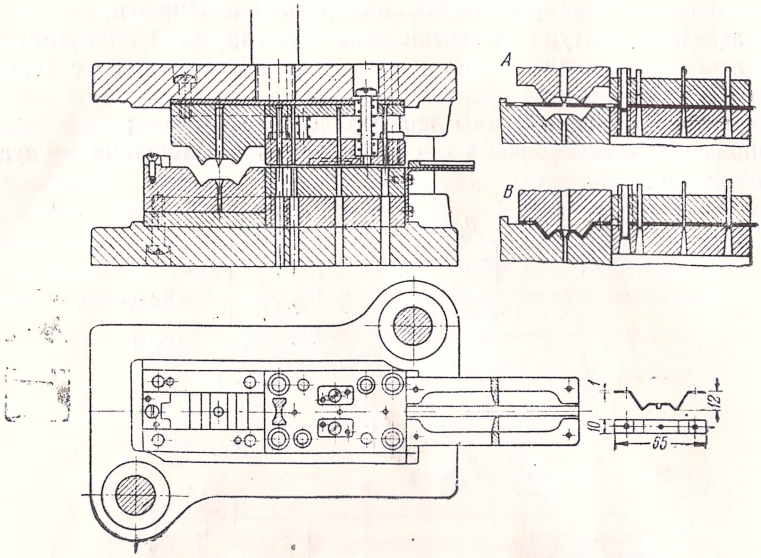


Рис. 25. Последовательно-гибочный штамп с гибкой после отрезки.

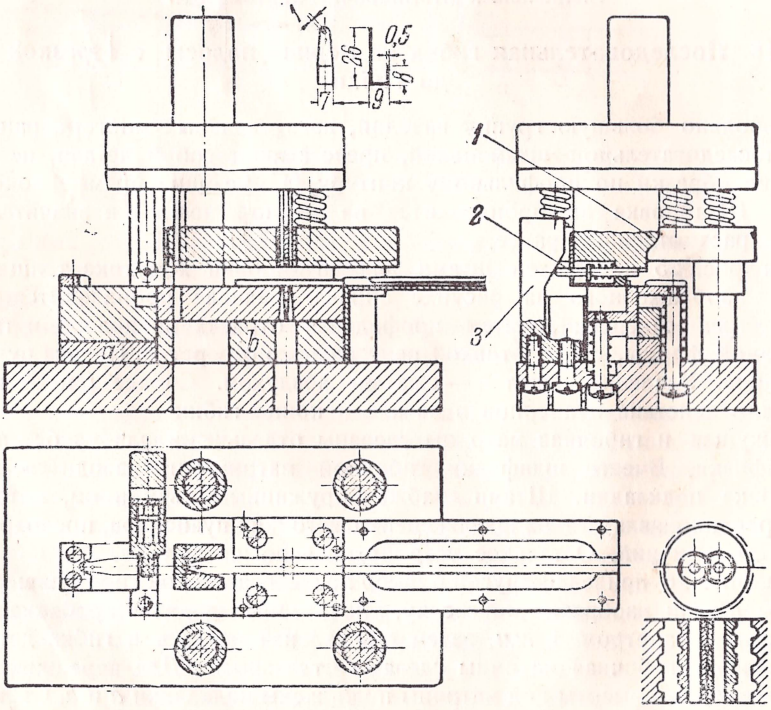


Рис. 26. Последовательно-гибочный штамп с автоматическим сбрасыванием готовых изделий.

Штамп снабжен автоматическим сбрасывателем детали с гибочного пуансона *1* в виде пружинного штифта *2*, действующего от клина *3* при ходе ползуна вверх.

17. Последовательно-совмещенная гибка

До сих пор рассматривались штампы, в которых требуемые операции выполнялись последовательно одна за другой. Необходимо указать, что совсем не обязательно выполнять все операции последовательно. Иногда бывает целесообразно и с технологической и конструкторской точки зрения (точность, компактность) некоторые операции объединить в одну совмещенную. В качестве примера на рис. 27 изображен последовательно-совмещенный гибочный штамп для изготовления латунной клеммы стар-

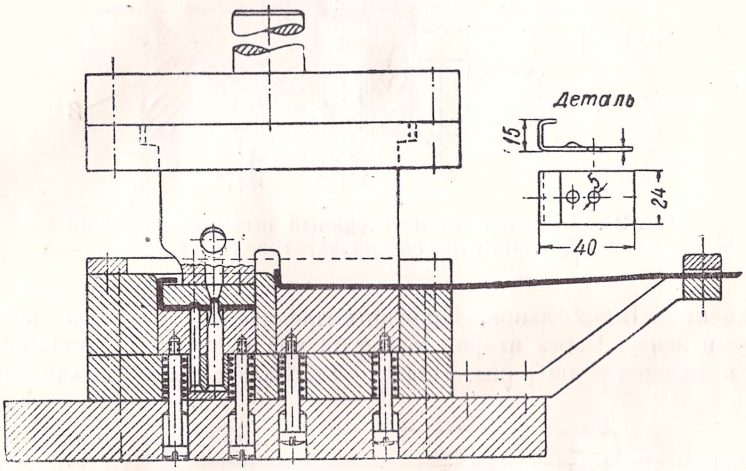


Рис. 27. Последовательно-совмещенный гибочный штамп.

тера. В правой части этого штампа производится отрезка и гибка кромки ленты, а в левой части выполняется вторичная гибка клеммы и в конце хода — выдавка выступа и пробивка отверстия. Отход от пробивки отверстия удаляется через канал в верхнем пуансоне. Удаление детали производится автоматическим отбрасывателем, аналогичным предыдущему. Данный способ штамповки обеспечивает бо́льшую точность изделий, без ущерба для автоматичности работы. Способ последовательной гибки, с вырезкой промежутков между заготовками, как это часто делается в последовательной вытяжке, применяется крайне редко, в случаях, аналогичных приведенному на рис. 17-*б*. Основной недостаток — неудобство передвижения ленты с полками, отогнутыми поперек направления подачи.

18. Последовательная гибка с вырезкой и обратной впрессовкой заготовки в ленту

Рассмотрим способы последовательной гибки с полной вырезкой заготовки, обратной впрессовкой в ленту и перемещением вместе с ней.

На рис. 28 изображен последовательно-гибочный штамп, работающий указанным способом. Вначале пуансон-матрица *1* производит вырезку наружного контура и пробивку отверстия. Пружинный выталкиватель *2* вставляет вырезку обратно в ленту. Отход от пробивки удаляется через отверстие в пуансонодержателе. Через один холостой ход пуансон *3*

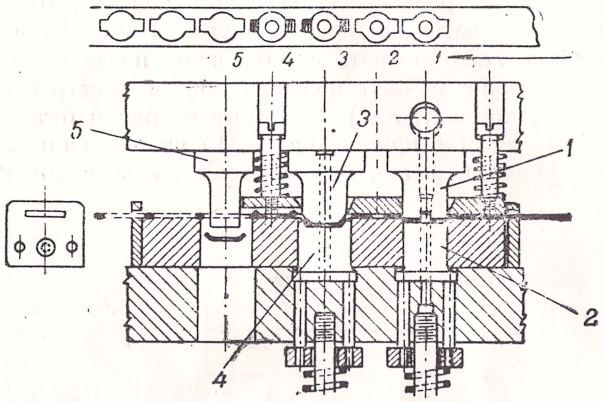


Рис. 28. Последовательно-гибочный штамп с вырезкой и обратной впрессовкой заготовок в ленту.

производит загибку лапок. Прижим-выталкиватель *4* снова вставляет изделие в ленту. Через второй холостой ход пуансон *5* выталкивает изделие в отверстие матрицы. Подача материала автоматическая двухвалковая.

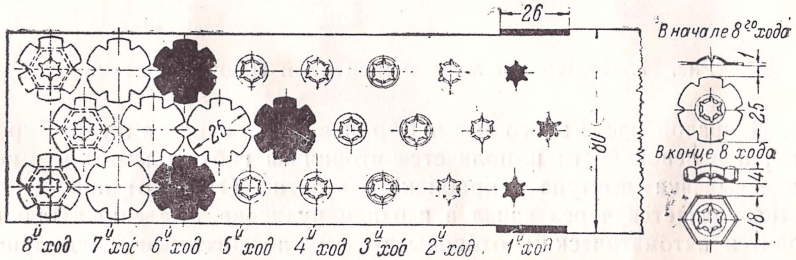


Рис. 29. Трехрядная последовательно-гибочная штамповка полой стопорной гайки.

На рис. 29 приведена трехрядная последовательно-гибочная штамповка полых гаек по проекту автора, в которой применен способ обратной впрессовки в ленту вырезанной заготовки. В данном случае это производится не на первой, а на предпоследней операции. Последовательность операций:

1) пробивка фигурных отверстий;
2) зенковка кромок;
3) штамповка спирального изгиба;
4) холостой ход;

5 и 6) вырезка и впрессовка обратно в ленту;
7) холостой ход;
8) загибка граней.

19. Последовательная гибка втулок

Весьма распространенными типами штампов, которые могут быть отнесены к последовательно-гибочным, являются штампы, предназначенные для изготовления всевозможных втулок, обойм, вкладышей и т. п. Изготовление мелких втулочек и трубочек из тонкого материала (до 0,5 *мм*)

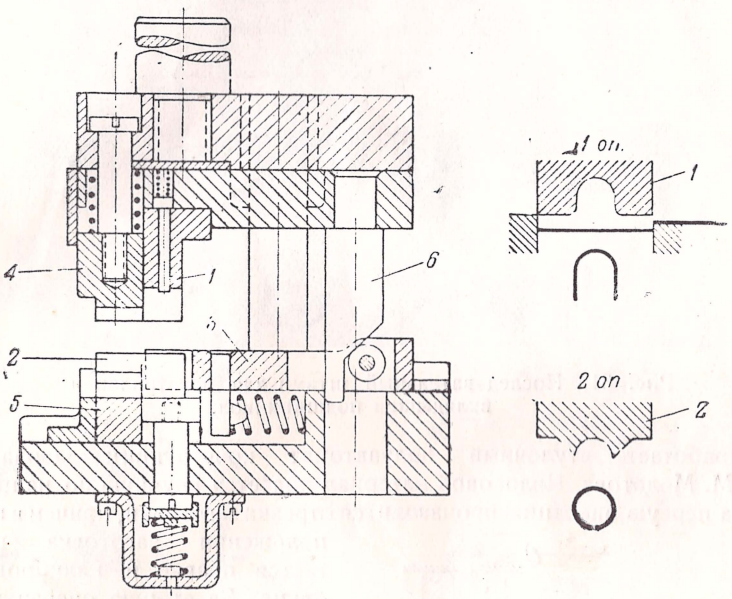


Рис. 30. Штамп для изготовления втулок.

путем последовательной штамповки в ленте было приведено ранее (рис. 18). Здесь рассмотрим некоторые типы штампов, основанные на последовательном перемещении в одном штампе, отрезанных заготовок, применяемых для изготовления втулок из более толстого материала. На рис. 30 изображен штамп для последовательного изготовления небольших втулок (15—20 *мм*) из материала толщиною до 1,5 *мм*. Вначале пуансон *1*, являющийся одновременно гибочной матрицей, производит отрезку заготовки от полосы и первую гибку гибочным пуансоном *2*. Вилкообразный съемник *3* под действием пружины передвигает согнутую заготовку на консольную часть пуансона *2* для следующей операции. За вторую операцию пуансон *4* обжимает заготовку в замкнутую кольцевую втулку на консольной части пуансона *2* с помощью нижней части штампа *5*. Готовая деталь сбрасывается с консольной оправки следующей заготовкой. Клин *6* отводит съемник *3* назад.

Таким образом, за каждый ход пресса получается готовая втулка. Данный тип штампа не может обеспечить изготовление цилиндрических

втулок из более толстого материала, так как концы в местах стыка не будут полностью закруглены. Для получения более качественных втулок необходима отдельная операция подгибки кромок. По этому прин-

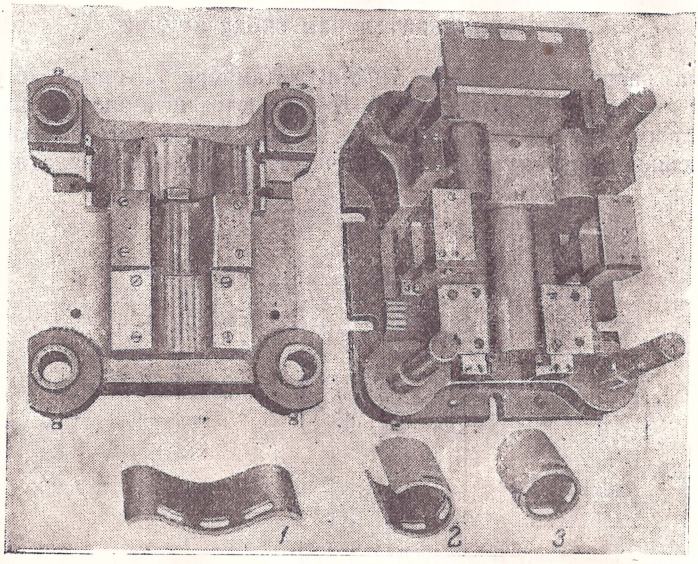


Рис. 31. Последовательный штамп для изготовления вкладышей подшипников.

ципу работает втулочный полуавтомат конструкции завода ГАЗ им. В. М. Молотова. Полосовой материал подается вручную по направляющей. За первую операцию производится отрезка заготовки, причем в нижнем положении заготовка подвергается правке и калибровке по длине. За вторую операцию производится подгибка концов заготовки по радиусу. За третью операцию производится полузамкнутая гибка заготовки, а в последнюю, четвертую, операцию производится окончательная гибка и обжимка втулки на оправке. Передача заготовок с операции на операцию производится шпилечными толкателями, приводимыми в движение клином.

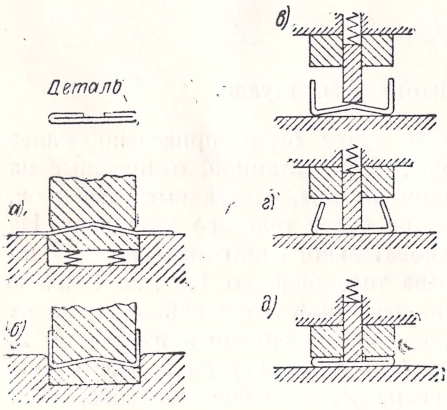


Рис. 32. Сдвоенная гибка.

На рис. 31 изображен последовательно-гибочный штамп для изгототовления вкладышей подшипников из материала толщиной 10 *мм*. Вследствие большой толщины материала применены предварительно нарезанные заготовки. Последовательность операций показана на приведенных заготовках. Конструкция штампа ясна из фотографии.

На второй операции видны шарнирные приемные полки для заготовки. Вследствие большой толщины материала, на первой операции производится обратный выгиб заготовки для лучшего последующего сворачивания втулки.

Метод обратной выгибки применяется иногда в качестве особого технологического метода.

На рис. 32 изображен способ сдвоенной (сплющенной) гибки за два последовательных хода. В первую гибку производится образование временного обратного выгиба (*а* и *б*). За вторую гибку пружинный прижим выпрямляет средний изгиб, вследствие чего боковые стенки приобретают наклонное положение (*г*). После этого верхний пуансон догибает и сдваивает полки заготовки (*д*).

20. Многооперационная гибка проволочных изделий

В заключение приведем несколько примеров многооперационной гибки проволочных изделий. На рис. 33 изображена последовательность

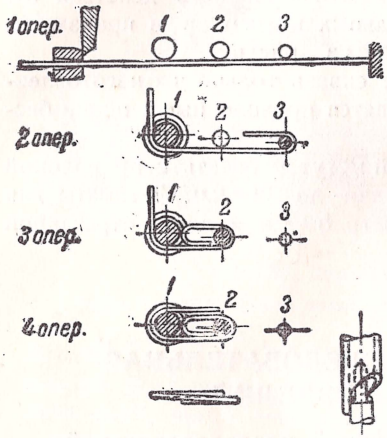


Рис. 33. Штамповка из проволоки канцелярской скрепки.

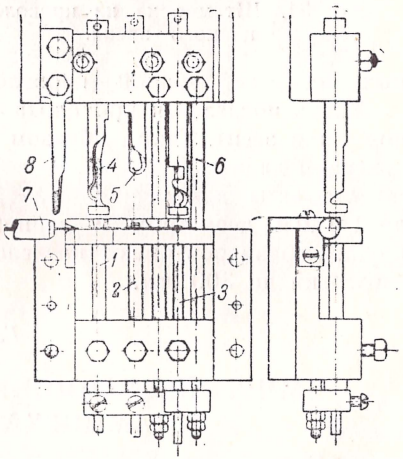


Рис. 33а. Штамп (комплект инструментов) для производства проволочных скрепок.

штамповки канцелярской скрепки. Проволока поступает из бунта, выпрямляется, подается до упора и отрезается. Затем, при неизменном положении отрезанной заготовки, производятся все операции гибки, показанные на рисунке. Гибка проволоки производится по способу завивки вокруг оправок под действием скошенного трубчатого пуансона. Такие штампы и прессы работают как автоматы.

На рис. 33а изображен штамп (комплект инструментов) специального пресса для изготовления скрепок, способ изготовления которых представлен на рис. 33. Производительность пресса 250—300 шт. в мин. Проволока подается через круглую матрицу *7* и отрезается ножом *8*. Трубчатые пуансоны *4*, *5* и *6* имеют соответствующие скосы и вырезы для заворачивания проволоки на требуемый угол. Заворачивание про-

изводится вокруг штифтов *1*, *2* и *3*. Вначале пуансоны *6* и *4* заворачивают концы проволок, как указано на рис. 33. Затем штифт *3* отжимается назад и выходит из трубчатого пуансона *6*. В это время вступает в действие трубчатый пуансон *5*, загибающий скрепку вокруг штифта *2*. Для беспрепятственного выхода скрепки из трубчатого пуансона *6* в последнем сделан вырез. Кольчики, оставленные на концах пуансонов *4* и *6*, служат для направления штифтов и в качестве противоотжимов, так как трубчатые пуансоны несут одностороннюю нагрузку.

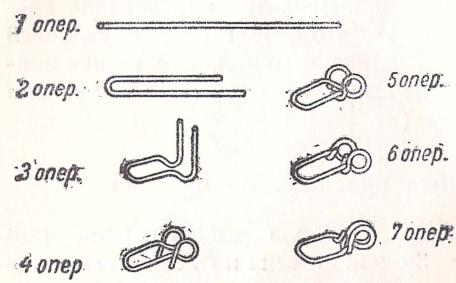


Рис. 34. Штамповка из проволоки цепного звена.

На рис. 34 приведена последовательность штамповки звена проволочной „вязаной" цепи. Штамповка производится на специальных автоматах с несколькими отдельно действующими различными гибочными инструментами. Положение звена в процессе гибки остается неизменным. Последовательность действия отдельных пуансонов и производимых ими деформаций проволоки ясна из рисунка.

Вновь подаваемая проволока проходит сквозь только что изготовленное ушко звена. Таким образом производятся проволочные цепочки бесконечной длины.

Автоматы для мелких размеров цепей могут работать с проволокой до 1,5 *мм* диаметром и длиной заготовки до 100 *мм*. Автоматы для крупных размеров имеют пределом: диаметр 5 *мм* и длину отрезанной заготовки до 300 *мм*.

ГЛАВА IV

МНОГООПЕРАЦИОННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ШТАМПОВКА ПОЛЫХ ИЗДЕЛИЙ

21. Основные типы многооперационной последовательной вытяжки

Многооперационная последовательная вытяжка получила широкое применение в производстве мелких полых изделий для электро- и радиотехники; пустотелых заклепок и пистонов для автомобилей и самолетов; кнопок, люверсов, застежек, блочек и других изделий фурнитуры и галантереи для легкой промышленности и предметов широкого потребления и т. д. Изготовление этих изделий на однооперационных штампах с ручной подачей заготовок совершенно неприемлемо для крупносерийного и массового производств, вследствие малой производительности и неудобства установки мелких деталей руками или пинцетом.

В настоящее время существуют два способа массового изготовления мелких полых изделий:

1. На специальных, обычно горизонтальных, прессах-автоматах, выполняющих одиночные операции и оборудованных особыми бункерами и механизмами для автоматической подачи штучных заготовок.

2. На обычных или быстроходных кривошипных прессах, дающих за один ход готовые изделия посредством многооперационных последовательных вытяжных штампов, причем прессы обычно снабжены устройствами для автоматической подачи ленты.

На рис. 35 изображены детали, соответствующие указанным способам штамповки.

Первые прессы более производительны. Так например, производительность специальных автоматов, освоенных на автоматно-штамповочном заводе МЛП, составляет от 280 до 450 ходов в мин. Производительность же многооперационной последовательной вытяжки, даже на быстроходных штамповочных прессах, значительно ниже. Последовательная вытяжка обычно производится с меньшей скоростью, чем простая вырубка, так как здесь значительно сложнее снятие, перемещение и фиксация ленты.

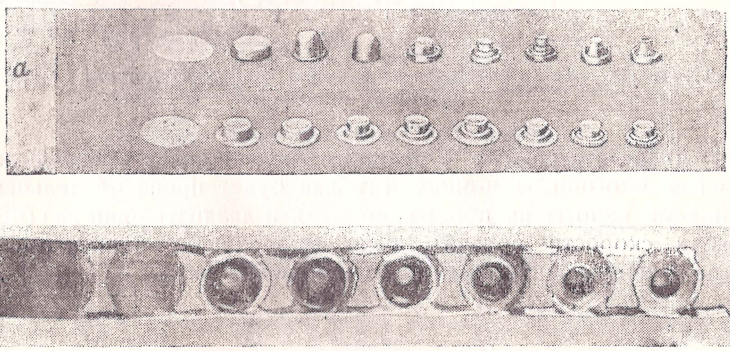


Рис. 35. Два способа вытяжки полых изделий:

а) на одноопераційных штампах: *б*) на многооперационном последовательном штампе.

Производительность последовательной вытяжки на быстроходных прессах обычно составляет от 120 до 200 ходов в мин., т. е. в два с лишним раза ниже, чем у специальных вытяжных автоматов. Достоинством автоматов является простой, дешевый и легкосменный инструмент, состоящий из пуансона, небольшой матрицы и штифта-выталкивателя. Но прессы-автоматы требуют специальной настройки для каждой заготовки, а иногда и особых типов бункеров и питателей, непригодных для других заготовок. Поэтому, как правило, прессы-автоматы настраиваются на выполнение одной определенной операции и переналаживаются в редких случаях. Таким образом, для производства какого-либо полого изделия требуется комплект автоматов, состоящий из количества их, равного количеству операций (обычно от 3 до 12 шт.).

Все это приводит к необходимости большого парка автоматического оборудования.

Многооперационная последовательная вытяжка позволяет получать за каждый ход пресса готовое изделие, следовательно совмещает в себе одновременную работу целого ряда автоматов.

Меньшая производительность применяемого для многооперационной последовательной вытяжки оборудования может быть компенсирована и даже перекрыта за счет применения многорядной (многократной) после-

довательной штамповки, при которой за каждый ход пресса изготовляется несколько изделий.

На рис. 36 и 37 приведены примеры многорядной последовательной вытяжки в латунной ленте. Рис. 36 дает трехрядную, а рис. 37 — девятирядную вытяжку. И в том и в другом случае штамповка производится

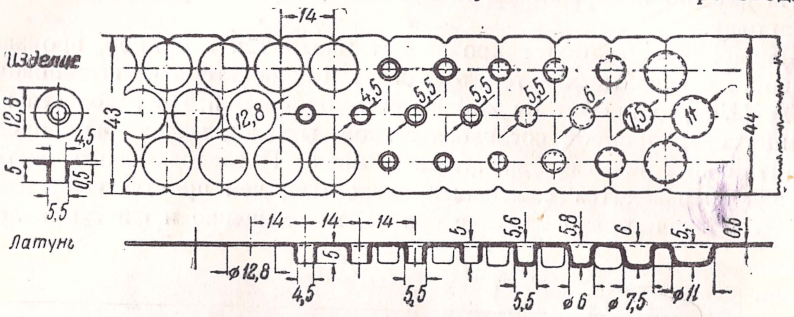


Рис. 36. Трехрядная многооперационная последовательная вытяжка латунных пистонов.

за семь последовательных операций. Следовательно, трехрядная последовательная многооперационная вытяжка будет производительнее однооперационной работы на простых прессах в двадцать один раз (без учета разницы в скорости подачи), а по сравнению с комплектом из семи автоматов — производительнее почти в полтора раза.

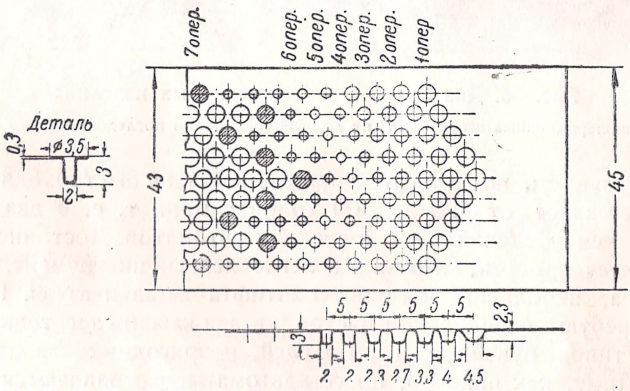


Рис. 37. Многооперационная девятирядная последовательная вытяжка латунных капсюлей

Во втором случае девятирядная последовательная вытяжка производительнее однооперационной, выполняемой на простых прессах, в 63 раза, а с учетом разницы в быстроходности — более чем в сто раз. По сравнению с работой комплекта прессов-автоматов девятирядная последовательная вытяжка производительнее в четыре раза.

Таким образом, преимущества в отношении суммарной производительности, меньшего количества оборудования, упрощения обслуживания и транспортировки остаются за многооперационной последовательной вытяжкой на быстроходных штамповочных прессах. Единственным ее

недостатком является значительно бо́льшая сложность и стоимость многооперационных штампов и меньшая стойкость их в эксплоатации. До сих пор однооперационные прессы-автоматы применялись в сверхмассовом производстве однотипных изделий, выпускаемых сотнями миллионов в год, а также в производстве таких изделий, для которых последовательная вытяжка в ленте не может быть применена по технологическим соображениям, как например: пооперационная протяжка на провал при производстве патронов, капсюлей и т. п.

В случае разнообразного ассортимента изделий следует предпочесть способ многооперационной последовательной штамповки.

Многооперационная последовательная вытяжка может быть выполнена двумя способами:

1) вытяжкой в целой ленте;

2) вытяжкой с предварительными надрезами ленты на отдельные, соединяемые перемычками, заготовки.

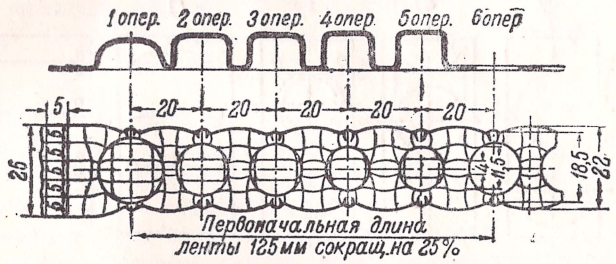


Рис. 38. Деформация ленты при последовательной вытяжке.

Вытяжка в целой ленте происходит, главным образом, за счет растяжения металла, при значительных деформациях всей ленты.

На рис. 38 изображена деформация ленты при последовательной вытяжке без надрезов по исследованию Л. А. Шофмана. Перед вытяжкой на ленту наносилась координатная сетка размером 5×5 *мм*. Искажение и деформация такой сетки после вытяжки дают наглядное представление о характере перемещения металла в процессе вытяжки. Путем обмера деформированной сетки можно установить не только характер, но и степень деформации.

Как видно из рисунка, деформация ленты заключается прежде всего в значительном сужении ленты и образовании неровного волнистого края, причем впадины расположены по оси вытяжки. Наибольшему сужению и сжатию подвергаются средние слои ленты.

В продольном направлении лента на первой же вытяжке получает значительное сокращение своей длины (до 25%). Наибольшее продольное сжатие приходится против середины вытяжки, где образуются поперечные складки. Эти складки являются неизбежным злом, при данном способе вытяжки, и должны быть учтены при конструировании штампа. В поперечном сечении вытяжек обнаруживается значительное уменьшение толщины в местах закруглений около дна и стенок, а также утолщений у фланца. При многорядной вытяжке растяжение материала более

значительно. Этот способ вытяжки требует применения наиболее пластических металлов, как латунь, мягкая сталь, нержавеющая сталь.

Второй способ последовательной вытяжки основан на предварительной надрезке ленты на отдельные заготовки, соединенные перемычками с боковыми краями. Тем самым ослабляется тормозящее влияние самой ленты, а процесс вытяжки облегчается и приближается по характеру к обычной вытяжке из штучных заготовок.

На рис. 39 приведены наиболее распространенные типы надрезов в ленте при последовательной вытяжке.

Надрезы типа *а*, *б* и *в* применяются при вытяжке круглых, а типа *г* и *д* — при вытяжке прямоугольных изделий. Тип *а* заключается в частичной надрезке двух дуг, образующих круглую заготовку, соединенную мостиками с боковыми перемычками. Этот тип имеет тот недостаток, что при вытяжке и уменьшении диаметра заготовки поперечная перемычка изгибается и мешает подаче. Тип *б* заключается в вырезке этой

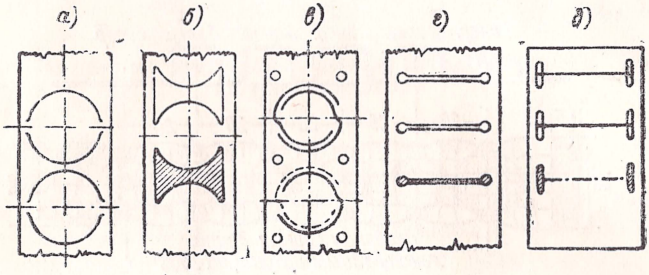


Рис. 39. Типы надрезов и вырезов в ленте при последовательной вытяжке.

поперечной перемычки между отдельными заготовками. Таким образом вытяжке ничто не препятствует. Недостаток данного типа тот, что лента при последовательных вытяжках непрерывно сужается, и ширина ее не может быть использована для фиксации ловителями. Тип надреза *в* наиболее совершенен и заключается в том, что в ленте производятся два последовательных фигурных надреза, образующих круглую заготовку, висящую на двух дуговых перемычках. При последовательной вытяжке ни ширина, ни длина ленты не меняются, что позволяет применить штифтовые ловители по краям полосы. Типы надрезов *г* и *д*, применяемые при прямоугольной вытяжке, дают облегчение вытяжки, устраняя влияние соседнего участка ленты. При вытяжке с надрезами ленты никаких складок ни на ленте, ни на изделии не образуется.

22. Ширина ленты и величина перемычек

При последовательной вытяжке необходимо правильно определить ширину ленты, так как излишняя ширина нежелательна вообще, а при вытяжке в целой ленте и недопустима; недостаточная ширина ленты может привести или к браку (при штамповке в целой ленте), или к обрывам (при штамповке с надрезами или вырезами). Обрывы ленты при многооперационной последовательной вытяжке недопустимы, так как вызывают остановку автоматической работы пресса, требуют удаления оборванных кусков и новой заправки ленты.

Ширина ленты определяется по диаметру заготовки с прибавлением припуска на отход при вырезке и величины боковой перемычки. Ширина ленты подсчитывается по-разному для разных случаев последовательной вытяжки. При вытяжке с надрезкой ленты или вырезкой промежутков ширина ленты берется

$$B = D + b + 2m_1,$$

где B — ширина ленты;

D — расчетный диаметр заготовки;

b — припуск на обрезку (1,5 — 2 *мм* на диаметр);

m_1 — ширина боковой перемычки.

При вытяжке в целой ленте ширина ее зависит от того, что первая вытяжка делается несколько бо́льших размеров, чем требуется для вытяжки готового изделия. Обычно это увеличение составляет 20% по объему или площади заготовки. Нетрудно подсчитать, что при увеличении площади кружка на 20%, диаметр заготовки должен быть увеличен на 10%. При вытяжке в целой ленте ширина ее берется

$$B = 1{,}1D + 2m_2,$$

или округленно $B = 1{,}2D$, где обозначения прежние.

Величина боковых перемычек берется в обоих случаях разной.

При вытяжке с надрезкой ленты или вырезкой промежутков необходимо, чтобы боковые перемычки не были слишком малыми и не привели бы к обрывам при небольшом смещении ленты в сторону. Увеличение перемычек в данном случае ведет только к излишнему расходу материала, но процессу работы не вредит. При вытяжке в целой ленте одинаково недопустимы как очень малая, так и слишком бо́льшая ширина боковых перемычек, так как при увеличении ширины ленты усложняется процесс вытяжки и увеличиваются боковые складки (рис. 38). Округленные величины боковых перемычек представлены в табл. 11.

Таблица 11

Величина боковых перемычек при последовательной вытяжке

Размеры заготовок	В целой ленте m_2	С надрезами заготовки m_1
До 10 *мм*	1	1,5
Свыше 10 до 30 *мм*	1,5—2	2—2,5
„ 30 *мм*	2—2,5	3—3,5

Размеры заготовок определяются известными в холодной штамповке способами, исходя из условия, что поверхность изделия равна поверхности заготовки. При этом предполагается, что средняя толщина стенок равна толщине заготовки. Для вытяжки с надрезкой или вырезкой фактический размер заготовки больше расчетного на величину припуска b на отход при вырезке. Так как последовательной вытяжкой изготовляются, главным образом, мелкие изделия, то подсчет размеров заготовки следует производить довольно точно, по средней линии с учетом всех радиусов закруглений.

Величина шага подачи также определяется различно для различных случаев последовательной вытяжки. При вытяжке с надрезкой ленты или вырезкой промежутков величина шага подачи равна

$$H = D + b + c,$$

где D — расчетный диаметр заготовки;

b — припуск на обрезку (1,5—2 *мм* на диаметр);

c — ширина вырезанного промежутка или расстояние между надрезами (2—3 *мм*).

В случае вытяжки из целой ленты величина шага подачи не зависит от диаметра условной заготовки, а определяется минимально необходимыми конструктивными размерами матриц на первой вытяжке и обычно составляет

$$H = 1{,}25d_1 = 0{,}8D,$$

где d_1 — диаметр первой вытяжки;

D — расчетный диаметр заготовки.

Таким образом, и по ширине ленты и по величине шага подачи вытяжка в целой ленте дает меньшие отходы и является более экономной по расходу металла, чем вытяжка с надрезами или вырезами промежутков, тем более, что при многорядной вытяжке последние не могут быть применены.

23. Расчет последовательности и количества переходов вытяжки

Количество последовательных операций вытяжки определяется предельно допустимой степенью деформации на каждой операции, т. е. такой деформацией, при которой возникающие напряжения граничат, но остаются ниже разрушающих.

Степень деформации при вытяжке принято измерять отношениями

$$E = \frac{S_1 - S_2}{S_2} = \frac{d_1 - d_2}{d_2} = \frac{1 - m}{m} = K - 1,$$

где E — степень деформации в процентах;

S_1 и S_2 — поперечное сечение изделий до и после деформации;

d_1 и d_2 — диаметры изделий до и после деформации;

m — коэфициент вытяжки, равный $\frac{d_1}{D_0}$; $\frac{d_2}{d_1}$ и т. д.;

K — обратная величина коэфициента вытяжки, равная $\frac{1}{m} = \frac{d_1}{d_2}$, или степень вытяжки.

Каждой степени деформации соответствует определенная величина возникающего напряжения. Между степенью деформации и идеальным напряжением (без учета напряжений от трения и изгиба) для малоуглеродистой стали Л. А. Шофманом установлена простая зависимость

$$\sigma_{и_1} = 23{,}5E_1 = 23{,}5(K'_и - 1) = 23{,}5\left(\frac{1 - m_1}{m_1}\right) \text{ для первой вытяжки;}$$

$$\sigma_{и_2} = 58E_2 = 58\ (K''_и - 1) = 58\left(\frac{1 - m_2}{m_2}\right) \quad \text{„ второй „ ,}$$

где $\sigma_{и_1}$ и $\sigma_{и_2}$ — идеальное напряжение для первой и второй вытяжки;

m_1 и m_2 — идеальные коэфициенты вытяжки для первой и второй вытяжки;

$K'_и$ и $K''_и$ — идеальная степень вытяжки для первой и второй вытяжки.

Наибольшую величину идеальной степени, а также идеальных коэфициентов вытяжки можно получить, принимая

$$\sigma_и = \sigma_1 - \sigma_2 = 1{,}15\sigma_в,$$

но, по вполне понятным причинам, применять их в качестве расчетных величин нельзя. Расчетная величина степени вытяжки K обычно в 1,4—1,5 раза ниже идеальной.

Следовательно, единственно правильным и точным способом подсчета количества последовательных операций является способ, основанный на определении действительных напряжений, возникающих при вытяжке, и использующий основные законы теории пластических деформаций. Однако этот способ сложен и громоздок, а потому неудобен для практического пользования, а во-вторых, он в настоящее время разработан только для вытяжки из штучных заготовок и в данном виде неприменим для вытяжки в ленте. Поэтому в данном случае подсчет количества последовательных операций производят по практически установленным коэфициентам вытяжки, характеризующим величину (а косвенно и напряжения) производимой деформации.

Таблица 12

Коэфициенты для последовательной вытяжки в целой ленте

Операции	Коэфициент вытяжки
1	0,68—0,72
2	0,80—0,85
3	0,82—0,87
4	0,85—0,90
5	0,87—0,92
6	0,90—0,95

Для различных случаев последовательной вытяжки в ленте величина коэфициентов вытяжки, а следовательно, и количество операций будут различны. При последовательной вытяжке в целой ленте, во время первой операции в матрицу втягивается металла на 20—25% больше, чем нужно для окончательно вытянутого изделия, что соответствует увеличению размера заготовки на 10%. В следующих операциях производится лишь дальнейшее перераспределение набранного металла, заключающееся в постепенном уменьшении диаметра и небольшом увеличении высоты вытяжки, обратной посадке излишне набранного металла во фланец и постепенном уменьшении и чеканке радиусов закруглений. Для того, чтобы избежать возникновения слишком больших напряжений и образования разрывов и трещин, при последовательной вытяжке в целой ленте сознательно уменьшают на каждой операции допустимую степень деформации E, для чего принимают большие значения коэфициентов вытяжки m. Это приводит к некоторому увеличению количества операций (максимум 1—2 операции) и установке лишнего пуансона и матрицы.

В табл. 12 приводятся средние значения коэфициентов вытяжки m для латунных и малоуглеродистых стальных лент, в случае последовательной вытяжки в целой ленте (по Л. А. Шофману).

Коэфициенты вытяжки в последовательной штамповке обычно подсчитываются по внутренним размерам вытяжек, или, что то же, по рабочим размерам пуансонов.

В ряде случаев приведенные значения коэфициентов вытяжек могут быть взяты меньшими, а степень деформации на переходах несколько увеличена.

По коэфициентам вытяжки, исходя из расчетного диаметра заготовки, увеличенного на $10^0/_0$, весьма просто определяются как необходимое количество последовательных операций вытяжки, так и размеры их.

При последовательной вытяжке с надрезкой или вырезкой промежутков (рис. 39) процесс вытяжки значительно упрощается и становится аналогичным процессу вытяжки из штучных заготовок. В данном случае могут быть взяты коэфициенты вытяжки, применяемые при вытяжке из отдельных заготовок.

Все же, ввиду автоматичности и быстроходности работы, для большей гарантии от разрывов и трещин на практике применяются несколько уменьшенные значения степени деформации, а следовательно, увеличенные коэфициенты вытяжки. Это приводит обычно к одной лишней операции или одному лишнему пуансону в последовательном штампе, что не отражается на производительности и мало сказывается на стоимости штампа.

Таблица 13

Коэфициенты вытяжки для штучных заготовок

Материал	Операции вытяжки	Скорость вытяжки	
		от 15 до 28 *см/сек*	от 28 до 35 *см/сек*
		коэфициенты вытяжки m	
Сталь для глубокой вытяжки	Первая	0,50—0,55	0,60—0,63
	Последующие	0,72—0,75	0,80—0,87
Латунь мягкая (светлая)	Первая	0,50—0,52	0,57—0,60
	Последующие	0,70—0,72	0,75—0,80

В табл. 13 приводятся коэфициенты вытяжки для мелких изделий из штучных заготовок в зависимости от скорости вытяжки.

Влияние скорости вытяжки (быстроходности пресса) настолько значительно, что его в многооперационной последовательной вытяжке игнорировать нельзя.

В последовательной вытяжке с надрезкой заготовки или вырезкой промежутков, когда заготовка остается соединенной мостиками с боковыми перемычками, имеется опасность отрыва заготовки от боковых перемычек при лишнем втягивании ее в матрицу.

Поэтому вытяжку ведут таким образом, чтобы край фланца на последовательных операциях не подвергался значительным напряжениям. Для этого на первой вытяжке вытягивают несколько больший объем (поверхность) металла, чем необходимо для оставшейся вытянутой части готового изделия. Таким образом, на последующих операциях происходит увеличение высоты вытяжки за счет уменьшения диаметра вытянутого в первую операцию металла, при одновременной посадке излишне

набранного металла обратно во фланец. Может быть рекомендовано следующеее правило: в первую операцию производится вытяжка поверхностью, равная поверхности готового изделия, включая его фланец. Плоской частью заготовки на первой операции вытяжки должен оставаться лишь припуск на обрезку и, конечно, соединительные мостики с перемычками.

Первая вытяжка обязательно должна производиться с прижимом заготовки к матрице. Все последующие вытяжки производятся без прижима материала. Большое значение для успешности вытяжки, отсутствия обрывов и складок имеет правильный выбор радиусов закруглений. Радиус закругления матрицы связан с толщиной материала и относительным удлинением наружного волокна следующей зависимостью:

$$r = \frac{1 - \delta}{2\delta} S,$$

где r — радиус закругления матрицы в *мм*;

S — толщина материала в *мм*;

δ — относительное удлинение в процентах.

Предельный радиус закругления матрицы, при котором произойдет разрыв наружного волокна, получим, приравняв δ относительному удлинению материала при разрыве, что даст

для материалов с $\delta = 20\%$; $r = 2S$;

„ „ „ $\delta = 30\%$; $r = 1{,}16S$.

В многооперационной последовательной вытяжке радиусы закруглений берутся значительно меньшими, чем при обычной вытяжке из штучной заготовки.

Могут быть рекомендованы следующие проверенные опытом радиусы закруглений матрицы на первой операции вытяжки (табл. 14).

Таблица 14

Радиусы закруглений матрицы при последовательной вытяжке

Толщина материала S, *мм*	Радиусы закруглений	
	при вытяжке с надрезами заготовки	при вытяжке в целой ленте
0,25	$(5 \div 6)\ S$	$(6 \div 7)\ S$
0,50	$(4 \div 5)\ S$	$(5 \div 6)\ S$
1,0	$(3 \div 4)\ S$	$(4 \div 5)\ S$
1,5	$(2{,}5 \div 3)\ S$	$(3 \div 4)\ S$

Радиусы закруглений для последующих вытяжек могут быть установлены одним из двух способов:

1) радиусы закруглений на последующих операциях постепенно уменьшаются до требуемого радиуса готового изделия на последней вытяжной или калибровочной операции;

2) радиусы закруглений на промежуточных вытяжных операциях сохраняются равными радиусу закругления первой операции, а затем специальной калибровочной операцией доводятся до требуемой величины.

Первый способ применяется при более толстых (свыше 0,6 *мм*), а второй при более тонких (до 0,5 *мм*) материалах.

При последовательной вытяжке необходимо применять достаточно обильную смазку ленты, особенно при работе на быстроходных прессах. При недостаточной смазке возникает значительное сухое трение и налипание частиц мягкого металла на стенки матрицы, а последнее влечет за собой появление царапин и брака изделий.

Необходимо обратить внимание на то, что последовательной вытяжкой изготовляется целый ряд деталей с большим фланцем, у которых высота значительно превышает диаметр, т. е. детали с таким соотношением размеров, которые при обычной однооперационной вытяжке требуют применения промежуточного отжига.

Возможность выполнения таких операций без промежуточного отжига объясняется быстротой передачи заготовки с операции на операцию. При такой быстроте последовательных деформаций материал обладает как бы большей пластичностью, так как в данном случае не успевает произойти процесс старения, затрудняющий дальнейшую деформацию. Как известно, процесс старения малоуглеродистой стали после холодной деформации заключается в дисперсионном твердении, вызывающем повышение твердости и прочности и понижение пластичности металла.

24. Примеры последовательной вытяжки

Ниже приводим примеры последовательной вытяжки ряда изделий, освоенных в массовом производстве. Хотя не все из них рассчитаны наи-

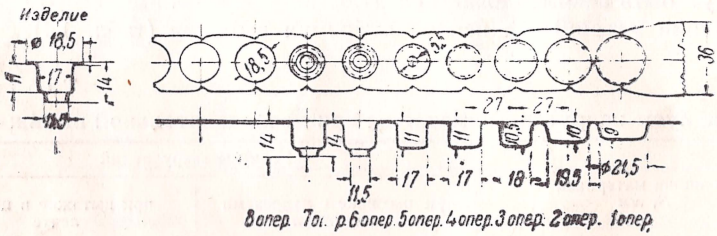


Рис. 40. Однорядная последовательная вытяжка в целой ленте.

лучшим образом и не построены однотипно, отражая различные навыки конструкторов, но, будучи проверенными в массовом производстве, они представляют значительный технологический интерес.

На рис. 40 изображена однорядная последовательная многооперационная вытяжка в целой ленте из малоуглеродистой стали толщиной 0,8 *мм*. Слева изображено готовое изделие. За первые четыре операции производится последовательная вытяжка. Пятая операция — пробивка отверстия в дне; шестая — отбортовка; седьмая — калибровка радиуса и восьмая — вырезка изделия.

В первую операцию вытянуто металла на 20% больше, чем требуется для готового изделия. За ряд последовательных вытяжных опе-

раций поверхность вытяжки постепенно уменьшается и на четвертой операции составляет 82% от первоначальной. Здесь применены следующие коэфициенты вытяжки: первая операция — 0,6 (по отношению к ширине ленты); вторая операция — 0,9; третья операция — 0,92 и четвертая операция — 0,95.

Характерно отметить, что во всех операциях вытяжки величина $d + 2h$ остается неизменной. Принятую ширину ленты следует признать недостаточной ($D_{заг} = 32$ *мм*).

На рис. 41 изображена двухрядная последовательная вытяжка блочков для обуви, изготовлявшихся сотнями миллионов штук в год на одном из автоматно-штамповочных заводов. Вытяжка производится также в целой ленте толщиной 0,8 *мм*. Первые шесть операций являются последовательно вытяжными. Седьмая операция — вырезка дна, при этом происходит уменьшение высоты на 0,4 *мм*. Восьмая операция — формовка сферы. Девятая операция — вырезка блочка. За каждый ход пресса выдается по два готовых изделия. Все вытяжные пуансоны сделаны

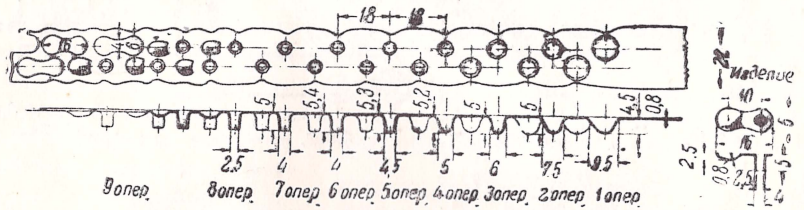


Рис. 41. Двухрядная последовательная вытяжка блочков.

качающимися — самоцентрирующимися. Коэфициенты вытяжки в данном примере (по наружным размерам): вторая и третья операции — 0,80; четвертая операция — 0,83; пятая и шестая операции — 0,90.

На рис. 36 изображена трехрядная последовательная вытяжка латунных пистонов. Здесь также в первой операции набирается большее количество металла, а на последующих операциях производится посадка его во фланец. Последовательность операций видна из рисунка. Первые четыре операции — вытяжные; пятая — вырезка дна; затем после холостого хода производится вырезка пистона. Здесь применены следующие коэфициенты вытяжки (по наружным размерам): вторая операция — 0,70; третья операция — 0,80; четвертая операция — 0,92, что значительно превышает данные Л. А. Шофмана (табл. 12).

На рис. 37 показана схема девятирядной последовательной вытяжки в целой ленте (толщиной — 0,3 *мм*) мелких латунных капсюлей диаметром 2 *мм*. Начальная ширина ленты 45 *мм* при незначительном сужении доходит до 43 *мм*. Изготовление капсюля производится за шесть последовательных вытяжных операций с диаметром 4,5 до 2 *мм*. Вырубные пуансоны удалены от вытяжных и распределены равномерно по площади (на рисунке заштрихованы). Всего штамп имеет 63 пуансона и за каждый ход выполняет 63 операции, выдавая по 9 готовых капсюлей.

Здесь также применен метод обратной посадки металла. Коэфициенты вытяжки по операциям следующие:

Операция	По наружным размерам	По внутренним размерам
2	0,89	0,88
3	0,83	0,80
4	0,82	0,80
5	0,85	0,82
6	0,87	0,83

Подача материала во всех рассмотренных случаях валковая автоматическая.

На рис. 42 изображена последовательная штамповка половинок брючных пуговиц. На рис. 42-*а* приведена последовательность штамповки верха пуговицы, изображенной справа. На рис. 42-*б* приведена после-

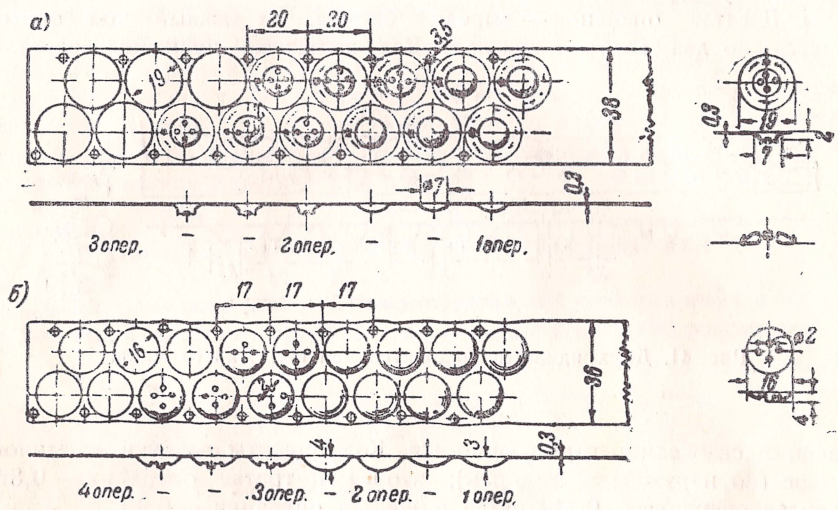


Рис. 42. Последовательная штамповка брючных пуговиц.

довательность штамповки донышка. Приводимые операции ясны из чертежа. Для фиксации ленты ловителем по краям ее пробиваются вспомогательные отверстия.

Особенностью данного способа является то, что и верх и донышко пуговицы изготовляются в одном и том же штампе, который после вырубки их производит и сборку пуговиц. За каждый ход пресса изготовляется по две готовых пуговицы. Так как у верха и донышка разные размеры и шаг подачи, то последняя осуществляется двумя парами валков, работающих синхронно, но имеющих различную величину подачи.

На рис. 43 изображена последовательная вытяжка в ленте с вырезкой промежутков. Вырезной пуансон на первой операции оформляет часть контура заготовки. За шесть следующих операций производится последовательная вытяжка колпачка. За восьмую операцию вырезается дно и за девятую — само изделие.

В данном случае применены следующие коэфициенты вытяжки: вторая операция — 0,6; третья, четвертая и пятая операции — 0,88; шестая операция — 0,92 и седьмая операция — 0,97, что следует признать недостаточным и излишне растянутым. Вторым недостатком данного примера является малая ширина ленты, вследствие чего заготовки соединены с боковыми перемычками не узкими мостиками, а широкими участками. Поэтому имеет место сильное влияние вытягиваемой заготовки на боковые перемычки и деформация их.

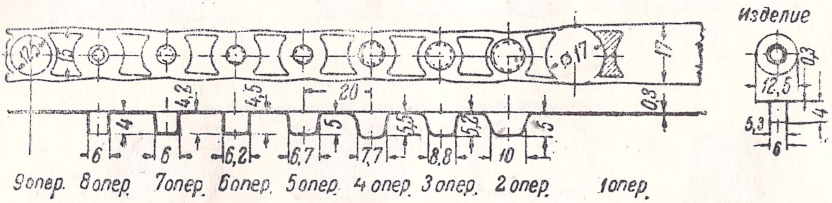


Рис. 43. Однорядная последовательная вытяжка в ленте с вырезкой промежутков.

На рис. 44 приведена последовательная вытяжка прямоугольных изделий. Вытяжка крупного дверного наличника производится из ленточной малоуглеродистой стали толщиной 0,9 *мм*. В первую операцию производится вырезка перемычки между заготовками. Во-вторую — прямоугольная конусная вытяжка на глухой удар. В третью операцию — пробивка всех отверстий. В четвертую — калибровка граней и зенковка отверстий. В пятую операцию вырезается готовое изделие.

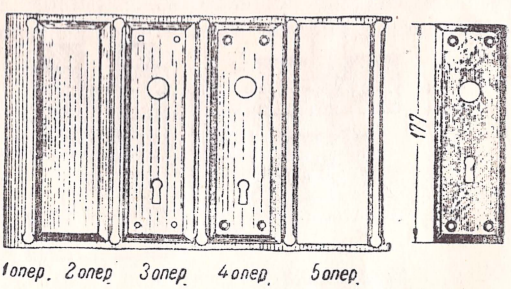


Рис. 44. Последовательная вытяжка прямоугольных изделий.

Многооперационной последовательной вытяжкой могут изготовляться не только круглые или прямоугольные изделия, но и любой сложной формы, которая может быть расчленена на отдельные последовательные операции.

На рис. 45 изображена многооперационная последовательная штамповка детали весьма сложной формы, приведенной на рисунке слева. Для изготовления указанной детали применяются вырезные, вытяжные и гибочные операции. Штамповка производится за шесть последовательных операций: первая операция — вырезка фигурной перемычки; вторая операция — профильная вытяжка; третья операция — пробивка крупных отверстий; четвертая операция — пробивка мелких отверстий; пятая операция — надрезка боковых щечек; шестая операция — вырезка оставшейся части контура и гибка боковых щечек. Штамповка производится на штамповочном автомате с автоматической двухвалковой подачей ленты.

Приведенными примерами далеко не исчерпываются различные типы и сочетания последовательной вытяжки. Наряду с операциями вытяжки

широко применяются операции отбортовки фланца или отверстий и другие операции. Основные типы последовательной вытяжки даны в классификаторе (рис. 3). Особенно рекомендуется применять наряду с вы-

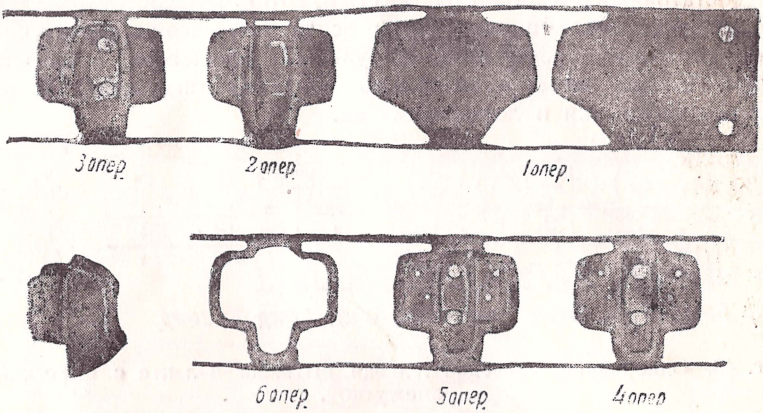


Рис. 45. Многооперационная последовательная вытяжка и гибка.

тяжкой операции отбортовки, так как последние позволяют более просто получить высоту изделия.

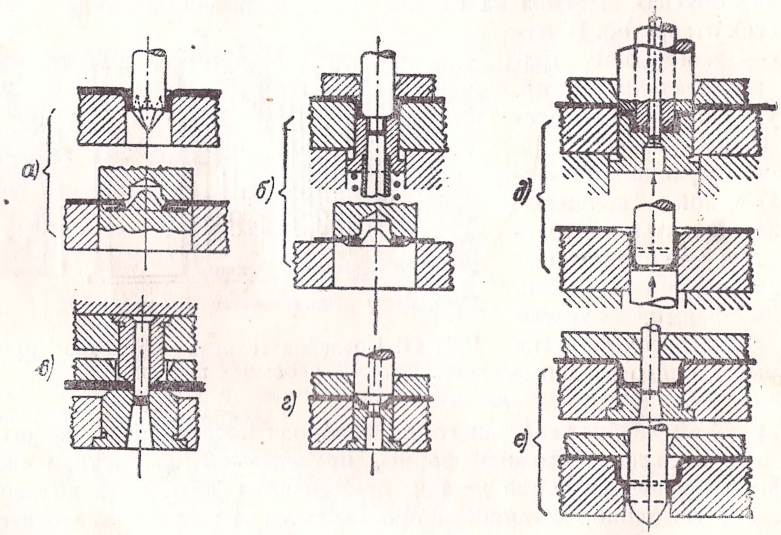


Рис. 46. Методы совмещенных операций, применяемые в последовательной штамповке:

а и *б*— завальцовка отверстий; *в* и *г*—пробивка и зенковка отверстий; *д*—наружная отбортовка; *е*—отбортовка отверстий.

На рис. 46 изображены некоторые конструктивно-технологические методы совмещенных операций, применяемые в последовательной многооперациоонной штамповке. На рис. 46-*а* представлен способ завальцовки борта отверстия путем проколки гвоздеобразным пуансоном,

с получением рваного края, и последующей обжимкой. На рис. 46-*б* представлен способ получения более качественного борта: вначале производится пробивка и отбортовка, а затем обжимка (завальцовка) борта отверстия.

Этот способ применим для отверстий не менее 6 *мм*, для отбортовки более мелких отверстий необходимы три операции: пробивка, отбортовка и завальцовка. На рис. 46-*в* изображен способ одновременной пробивки и мелкой зенковки отверстий. На рис. 46-*г* представлен способ одновременной пробивки и конической зенковки тонкого материала (до 0,6 *мм*).

На рис. 46-*д* изображен способ применения наружной отбортовки для получения высокого колпачка при одной вытяжной операции. После неглубокой вытяжки в ленте производится вырезка изделия с фланцем, как показано на рисунке, с обратной вставкой в ленту, а на следующей операции производится отгибка наружного борта, заменяющая ряд вытяжных операций.

На рис. 46-*е* представлен способ отбортовки отверстия для получения высокого ступенчатого изделия, взамен нескольких вытяжных операций. Данный способ понятен из рисунка. Следует указать, что при применении последовательно-вытяжных штампов на прессах двойного действия способы, указанные на рис. 46-*д* и 46-*е*, могут быть выполнены не в две, а в одну операцию.

25. Типы последовательно-вытяжных штампов

В массовом производстве применяются большое количество самых разнообразных типов последовательно-вытяжных штампов, представляю-

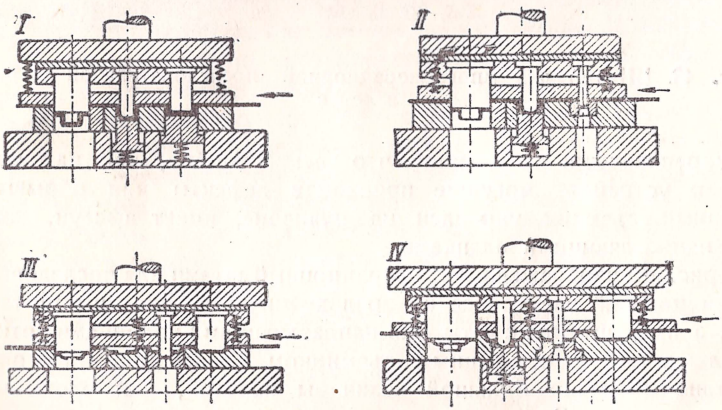


Рис. 47. Схемы типовых последовательно-вытяжных штампов.

щих различные сочетания операций резки, вытяжки, пробивки, формовки, отбортовки, гибки и чеканки. Основные типы и схемы штампов приведены в общей классификации (рис. 3).

Здесь рассмотрим наиболее распространенные типы последовательно-вытяжных штампов, освоенных и проверенных в производстве. Схемы некоторых из них приведены на рис. 47. Тип *I* предназначен для последовательной вытяжки в ленте и вырезки изделия и соответствует

типу 16-му классификации. Тип *II* — для изготовления мелких полых изделий, у которых вытяжка может быть заменена отбортовкой. Тип *III* — для вытяжки или формовки с пробивкой и вырезкой. Тип *IV* — для последовательной вытяжки, пробивки, отбортовки и вырезки изделия.

На рис. 48 представлена фотография многооперационного последовательно-вытяжного штампа для изготовления колпачков, изображенных снизу. Штамповка однорядная. Рабочие ступени по конструктивным соображениям расположены через два шага подачи друг от друга, вследствие чего после каждой операции имеется холостой ход, а количество гнезд в матрице в два раза больше числа пуансонов. Первые четыре пуансона и матрицы производят последовательную вытяжку, пятый пуансон и матрица пробивают квадратное отверстие, а шестые — производят вырезку готовых изделий, которые проваливаются через отверстие матрицы. Лента направляется между открытыми направляющими план-

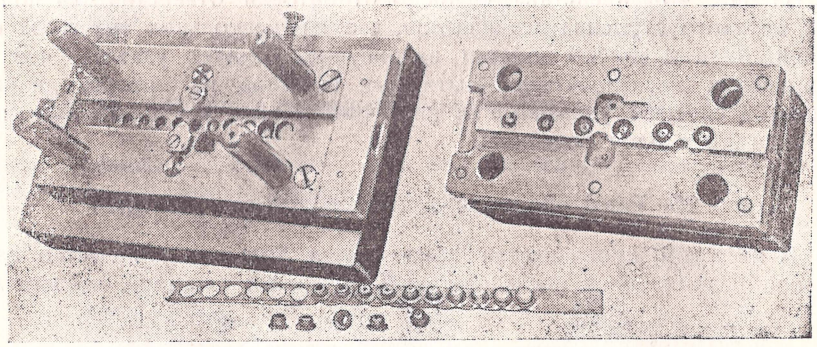


Рис. 48. Штамп для многооперационной последовательной вытяжки в ленте.

ками, укрепленными на матрице, что весьма удобно, так как позволяет видеть и устранять могущие произойти дефекты или обрывы ленты. Пружинный съемник укреплен на пуансоне, имеет выступ, входящий между направляющими планками.

На рис. 49 изображен многооперационный штамп для последовательной вытяжки цоколей электрических предохранителей. Этот штамп также выполнен в виде штампа с четырьмя направляющими колонками, открытыми направляющими и пружинным съемником. Здесь рабочие операции, вследствие довольно большой величины изделий, расположены через один шаг подачи. За первую, вторую и третью операции производится последовательная вытяжка колпачка, за четвертую операцию — вырезка дна, за пятую операцию — калибровка борта и закруглений, за шестую операцию — пробивка и отбортовка под резьбу мелких отверстий (рис. 46, тип *а* и *б*), за седьмую операцию производится вырезка готового цоколя предохранителя. Вырезной пуансон сделан скошенным, вследствие чего контактные лапки у цоколя получают требуемый изгиб, как это видно на снимке у образцов готовых изделий.

И данный и предыдущий штампы предназначены для ручной подачи, для чего в конце штампа на особой планке укреплены простые постоян-

ные упоры. Для ввода начального конца ленты оба штампа имеют предварительный боковой упор, вдвигаемый в рабочую полость нажимом пальца. Несмотря на большое количество последовательных ступеней, никаких других предварительных упоров не требуется, так как небольшая сферичность вытяжек в ленте позволяет легко центрировать их по гнездам матриц следующих операций. Из фотографий штампов ясно видно, что выталкиватели не доходят до поверхности матриц.

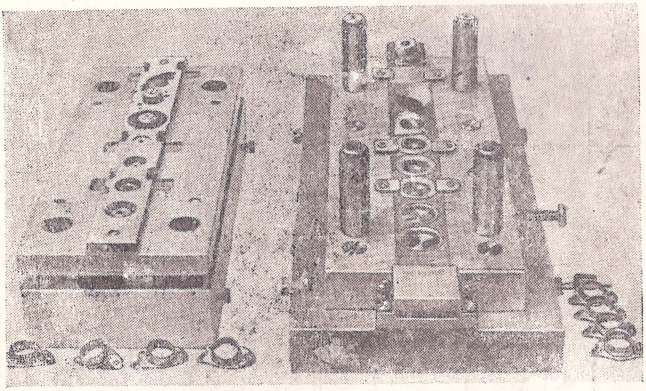


Рис. 49. Штамп для многооперационной последовательной вытяжки цоколей предохранителей.

Рассмотренные выше штампы предназначены для работы в целой ленте

На рис. 50 изображен штамп для последовательной вытяжки с двойной надрезкой ленты по типу, представленному на рис. 39-*в*. Последовательность операций и готовые изделия приведены снизу. Пуансон *1* производит надрезку двух дуг разного радиуса, соединенных между собой. Пуансон *2* производит обратную вставку надрезанной части в ленту. Пуансон *3* производит вторую надрезку двух полудуг, оформляющих контур заготовки, соединенной с лентой двумя кольцевыми перемычками. Пуансон *4* вновь вставляет надрезанную часть обратно в ленту. Пуансон *5* производит вытяжку с прижимом чашечки. Пуансон *6* производит обрезку (вырезку) изделия и пробивку отверстия в дне. Выталкиватель *7* впрессовывает вырезанное изделие обратно в ленту. В последнюю — седьмую — операцию пуансоны *8* и *9* производят отбортовку отверстия и наружного края. Готовое изделие выдается обратно на поверхность штампа и удаляется при подаче ленты. Для автоматизации подачи материала пуансон *10* делает зарубку по краю ленты, которая фиксируется пружинной защелкой *11*, отводимой при подаче ленты особым клином. Для более точной фиксации ленты пуансоном *12* пробиваются по краю ленты отверстия, которые фиксируются круглыми штифтовыми ловителями. Недостатком конструкции являются обратная выдача изделий и пружинные выталкиватели, не рекомендуемые для быстроходных прессов вследствие их недостаточной надежности.

Иногда применяются последовательно-вытяжные штампы с нижним расположением пуансонов. Хотя эта конструкция и удобнее в отношении

подачи материала (выпуклостями кверху), но более сложна и менее надежна, так как усложняется конструкция выталкивающего устройства, появляется необходимость в пружинных или буферных устройствах для матричной плиты и отпадает возможность работы на провал. Вследствие указанных недостатков этот тип штампов не получил распространения в массовом производстве.

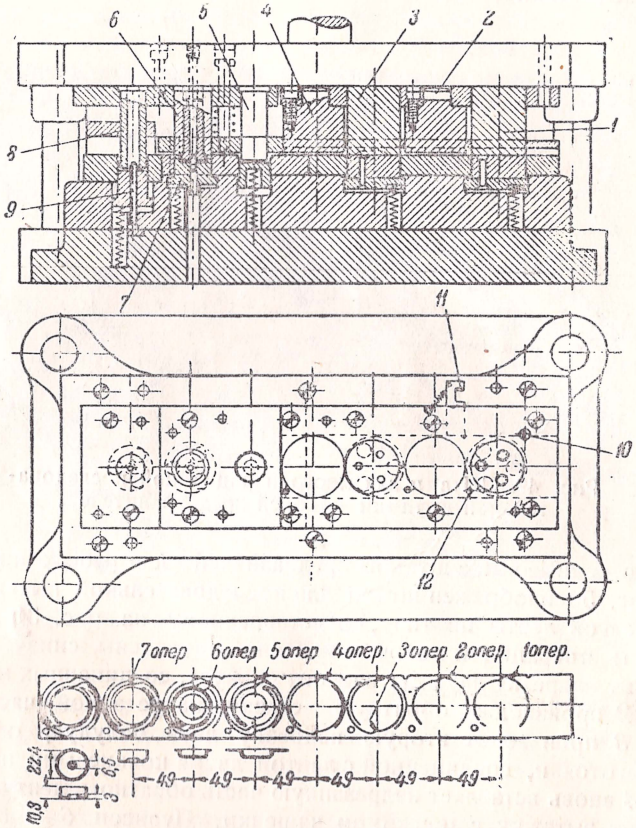


Рис. 50. Штамп для последовательной вытяжки с двойной надрезкой ленты.

На рис. 51 изображен многооперационный последовательный штамп для изготовления специальной штуцерной гайки, освоенный на Горьковском автозаводе им. Молотова. Последовательность переходов приведена снизу. Штампуемая деталь является весьма трудной в изготовлении как по большому соотношению высоты и диаметра, так и по сравнительно большой толщине материала (1,8 *мм*). Естественно, что вследствие этого требуется большое количество последовательных вытяжек. С другой стороны, значительная толщина материала облегчает процесс вытяжки, затрудняя образование складок. По размерам переходов (внутренним) видно что на первой вытяжке применен предельный коэфициент вытяжки 0,50, на второй, третьей, четвертой, пятой и шестой вытяжках применен ко

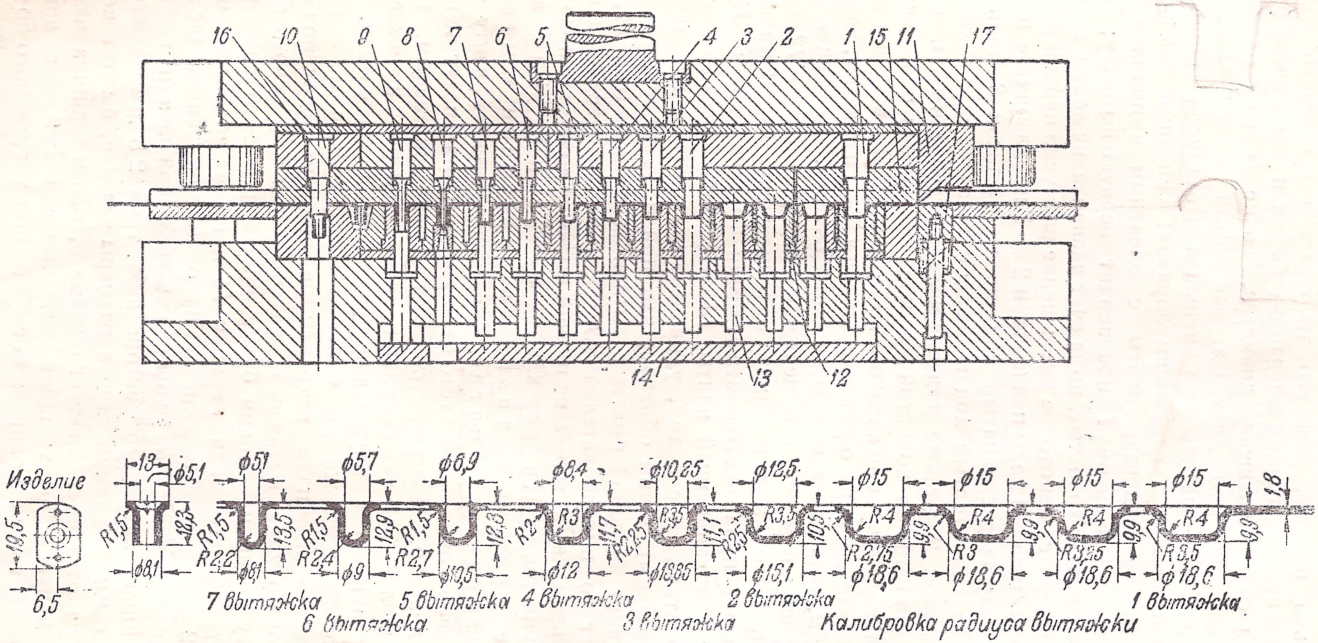


Рис. 51. Многооперационный последовательно-вытяжной штамп:

1 — 7 — вытяжные пуансоны; *8* — пробивной пуансон; *9* — пуансон калибровочный; *10* — пуансон вырезной; *11* — надрезной нож; *12* — вставные матрицы; *13* — штифтовые выталкиватели; *14* — плита выталкивателей; *15* — съемник-прижим с верхними пружинами; *16* — съемник с нижними пружинами

эфициент вытяжки 0,82 и на седьмой вытяжке — 0,9. Радиусы закруглений взяты постепенно уменьшающимися. В первой операции вытягивается металла несколько больше, чем его требуется для готового изделия. Поэтому на всех промежуточных операциях вытяжки увеличение высоты производится за счет уменьшения диаметра, но не за счет растяжения металла. Наоборот, избыток металла, набранный в первой вытяжке, осаживается обратно во фланец при уменьшении радиусов закруглений. Работа штампа происходит следующим образом: за первый ход нож *11* производит частичную надрезку ленты с обратным выпрямлением; за второй ход вытяжной пуансон *1* производит первую вытяжку; третий, четвертый и пятый ходы холостые, но за счет вдавливания ленты в матричные гнезда производится некоторое уменьшение радиусов первой вытяжки; за шестой — одиннадцатый ходы пуансонами *2* — *7* производится последовательная вытяжка; за двенадцатый ход пресса пуансон *8* производит пробивку дна; за тринадцатый ход производится калибровка внутреннего отверстия пуансоном *9*, а также выдавка мелких углублений (см. деталь); четырнадцатый ход пресса холостой по конструктивным соображениям; за пятнадцатый ход пресса пуансоном *10* производится вырезка детали, которая проваливается через отверстие матрицы. Все пуансоны, за исключением *7*, *8* и *9*, запрессованы в пуансонодержатель. Последние имеют небольшую слабину и могут самоцентрироваться. Матрицы *12* сделаны вставными, запрессованными в общий матрицедержатель. Выталкивание вытяжек из матриц производится штифтовыми выталкивателями *13*, действующими от выталкивающей плиты *14*. Последняя связана особыми подвижными болтами со скобами, укрепленными на верхней плите (на рисунке не показаны), таким образом, что при подъеме ползуна пресса вверх скобы тянут за собой болты с выталкивающей плитой *14*, а последняя ударяет по выталкивателям *13*. Особый интерес представляет конструкция съемника, который на первой вытяжке должен одновременно являться и прижимом. На всех же остальных операциях съемник не должен вдавливать заготовки в матрицу, иначе произойдет их смятие. Он может прижать ленту только в нижней мертвой точке, после того как пуансоны произведут перетяжку на меньший диаметр. Поэтому съемник сделан составным. Правый съемник *15*, выполненный как съемник-прижим при первой вытяжке, имеет обычную конструкцию с пружинами, расположенными сверху. Левый съемник *16* связан подвижными болтами и пружинами не с верхней, а с нижней частью штампа и находится в отжатом вверх положении. Во время рабочего хода вытяжные пуансоны пройдут сквозь съемник и своими выступающими концами будут производить требуемую работу. Лишь к концу рабочего хода съемник *16* прижмет полосу к матрице.

На рис. 52 изображен освоенный на одном из ленинградских заводов многооперационный последовательно-вытяжной штамп для изготовления мельчайшего латунного пистона диаметром 2,5 *мм* из материала толщиной 0,25 *мм*. В данном случае размеры изделия, высота которого более чем в два раза превышает его диаметр, малая толщина материала и ничтожные допуски по толщине выдвигают целый ряд вопросов, требующих особого технологического и конструктивного решения. Штамповка производится с вырезкой промежутков между заготовками. Последовательность операций представлена в увеличенном виде сверху.

Штамп работает следующим образом. Вначале профильный пуансон *1* производит вырезку промежутка между заготовками. Затем вытяжной пуансон *2* производит вытяжку с прижимом. После этого вытяжные пуансоны *3—9* производят семь последовательных операций вытяжки, размеры которых приведены сверху. Пуансон *10* производит калибровку вытяжки, пуансон *11* — пробивку дна и пуансон *12* — вырезку готового изделия. Вытяжные матрицы *13* сделаны в виде вставных втулок. Режущие матрицы отделены от вытяжных. Процесс перешлифовки штампа

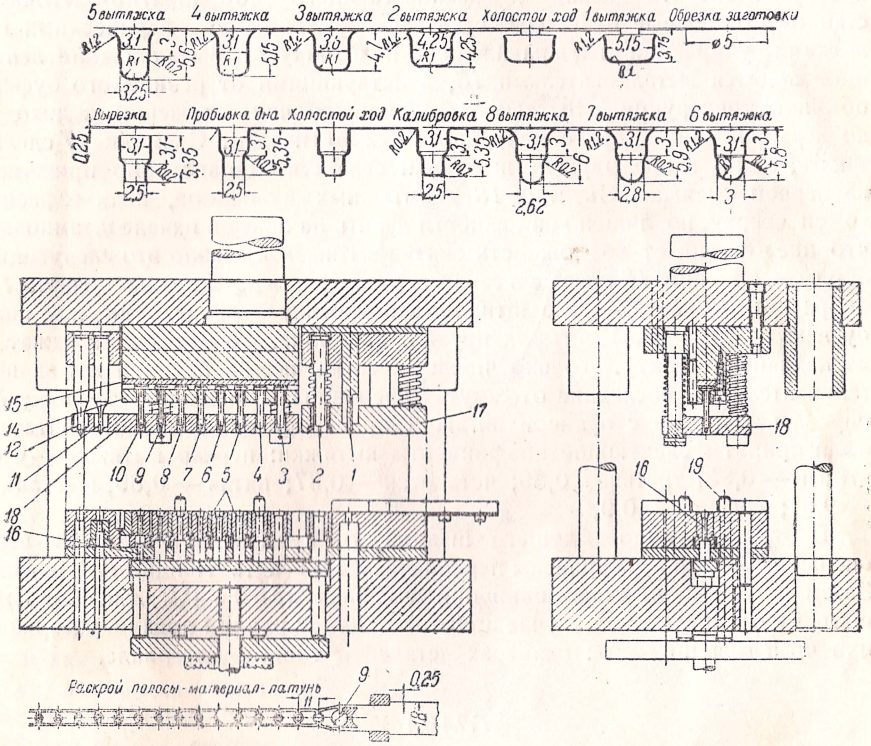


Рис. 52. Многооперационный последовательно-вытяжной штамп для мелких пистонов:

1 — профильный нож; *2* — пуансон 1-й вытяжки; *3* — *9* — вытяжные пуансоны; *10* — калибровочный пуансон; *11* — пробивной пуансон; *12* — вырезной пуансон; *13* — вставные матрицы; *14* — пуансонодержатель; *15* — подкладная пластинка; *16* — выталкиватели; *17* — съемник-прижим; *18* — съемник с вытяжных пуансонов; *19* — штифтовые упоры.

осуществляется следующим образом: вырезные матрицы шлифуются сверху, а вытяжные — снизу, или еще лучше шлифовать на соответствующую величину специальную подкладку.

Вся специфика данного штампа заключается в изготовлении пуансонов. Изготовлять их обычными методами с запрессовкой в пуансонодержатель невозможно вследствие малой толщины материала (0,25 *мм*) и незначительных допусков на толщину ($\pm 0{,}01$ *мм*). Это привело бы к необходимости выдерживать расстояние между осями пуансонов и матриц более точно, чем допуск на толщину материала, т. е. в микронах,

что вместе с требованием строгой соосности пуансонов и матриц явилось бы необычайно трудной и дорогостоящей задачей. Практически вопрос решается значительно проще применением плавающих — самоцентрирующихся пуансонов. Достигается это тем, что отверстия в пуансонодержателе *14* сделаны с номинальным зазором 0,1 *мм*, а кроме того, изготовлены с допуском +0,02 *мм*, а пуансоны с допуском —0,02 *мм*. Допуск же на расстояние между осями может быть взят значительно больше допуска на толщину материала ± 0,03 *мм*, что уже доступно для любого инструментального цеха, не располагающего координатно-расточным станком. Вытяжные пуансоны сделаны короткими со сферическими головками, упирающимися в закаленную пластинку *15*. Выталкивание ленты производится выталкивателями *16*, действующими от резинового буфера обычной конструкции. Выталкиватели в нерабочем положении не доходят до верха, позволяя ленте центрироваться по гнездам. Съемник *17* сделан так же, как и в предыдущем штампе и является одновременно прижимом на первой вытяжке. Съемник *18* у вытяжных пуансонов, хотя и расположен сверху, но лишен возможности давить на ленту в начале штамповки, что предотвращает возможность смятия вытяжек. Сделано это следующим образом. Съемник *18* прежде всего встречает четыре стержня штифта *19*, опирающиеся через другие штифты на тарелку буфера. Так как сила буфера больше силы четырех пружин съемника, то он будет отжат и не надавит на ленту. Только после нажима всеми пуансонами на выталкиватели *16* последние отожмут буфер вниз и позволят съемнику *18* опускаться вместе с пуансонами. При проектировании данного штампа были приняты следующие коэфициенты вытяжки: первая вытяжка — 0,6; вторая — 0,85; третья — 0,85; четвертая — 0,87; пятая — 0,89; шестая — — 0,91; седьмая — 0,93.

В отличие от предыдущего штампа радиусы закруглений на всех операциях вытяжки сохранены первоначальными (пять толщин материала). Затем на операции калибровки они уменьшаются до 0,2 *мм*. Боковые шаговые ножи в данном случае применены ввиду ручной подачи материала при чрезвычайно малых размерах деталей и тонком материале.

ГЛАВА V

АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА К ПРЕССАМ И ШТАМПАМ

26. Способы автоматической работы и типы автоматических прессов

Автоматизация холодно-штамповочных работ может быть осуществлена различными способами:

1. Производством работ на специальных штамповочных прессах и автоматах, оборудованных механизмами для автоматической подачи материала, а также для удаления, счета и стапелирования изделий.

2. Применением механизмов для автоматической подачи заготовок, пристраиваемых к простым универсальным прессам.

3. Применением штампов, снабженных устройствами и приспособлениями для механической или автоматической подачи материала.

Оставляя в стороне рассмотрение специальных многокулачковых штамповочных автоматов горизонтального типа, как выходящих за рамки настоящей книги, приведем основные типы универсальных автоматических штамповочных прессов.

На рис. 53 изображен общий вид быстроходного пресса с автоматической двухсторонней валковой подачей материала. Пресс имеет бесступенчатый регулируемый привод, осуществляемый особым редуктором *1*. Бесступенчатый регулируемый привод позволяет в широких пределах изменять число ходов пресса и скорость валковой подачи материала. Установка на различное число ходов проверяется по индикатору *2*. Посредством текстропной передачи вращение передается на маховик, сидящий на коленчатом валу и соединенный с ним особым сцепным механизмом. Двухсторонний валковый механизм автоматической подачи ленты *4* приводится в действие от регулируемого кривошипного механизма *3*, сидящего на конце рабочего вала. Оба механизма валковой подачи материала могут быть устанавливаемы на различной высоте, смотря по высоте рабочей поверхности штампа. Так как при вырезной штамповке происходит некоторое, хотя и незначительное, удлинение ленты, задняя пара валков имеет возможность установки на больший угол поворота, а следовательно, на несколько большую величину подачи. Входная пара валков снабжена приспособлением для обрезки ленты по ширине, а выходная пара снабжена особым рассекателем отходов *5*. Быстроходные прессы работают с числом ходов от 120 до 400 в мин. в зависимости от величины подачи и мощности пресса. Наибольшее число ходов относится к мелким прессам 10—25 *т*, при небольшой величине подачи. Меньшее число ходов относится к мощным прессам 250—350 *т*, а также и к другим прессам при величине подачи свыше 120 *мм*.

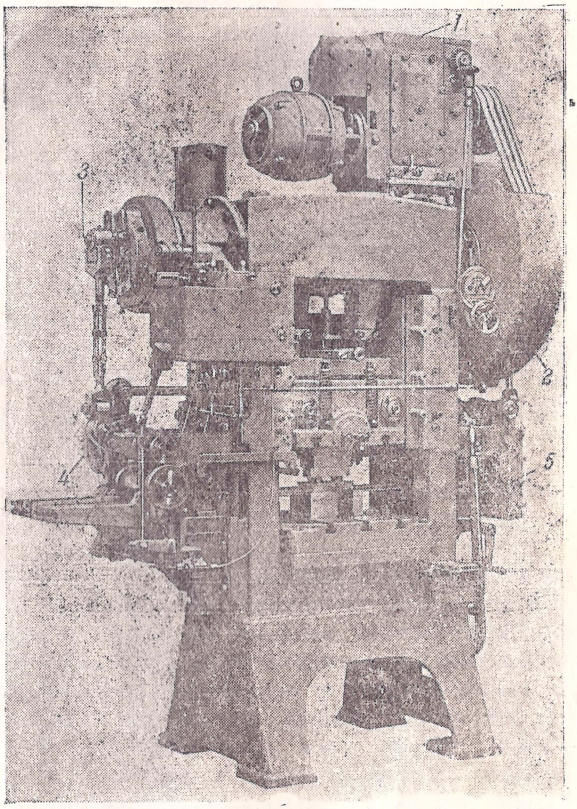


Рис. 53 Быстроходный пресс с автоматической двухвалковой подачей материала:

1 — бесступенчатый регулируемый привод; *2* — индикатор числа ходов и скорости ленты; *3* — регулируемый кривошипный механизм; *4* — механизм валковой подачи; *5* — рассекатель отходов.

На рис. 54 изображен быстроходный штамповочный пресс-автомат другого типа. Отличительным устройством данных прессов является расположение всего приводного устройства в нижней части пресса. Вращение мотора посредством текстропной передачи передается рабочему шкиву *1*, сидящему на конце коленчатого вала. Действие шатунной

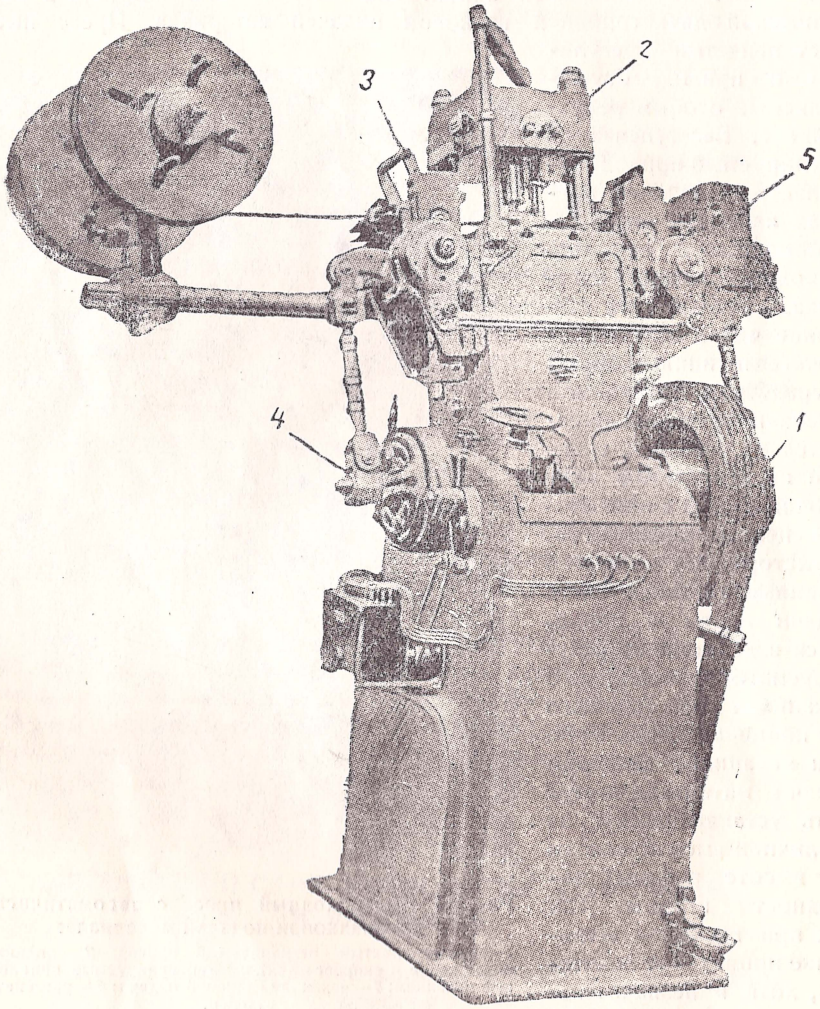


Рис. 54. Быстроходный штамповочный пресс-автомат:
1 — шкив с текстропной передачей; *2* — подвижная рабочая траверса; *3* — механизм валковой подачи; *4* — кривошипный механизм; *5* — рассекатель отходов.

системы, находящейся внутри станины, передается верхней траверсе *2* через четыре направляемые тяги-стойки. Таким образом движущаяся часть пресса получает точное четырехколонное направление, гарантирующее от каких-либо смещений. Пресс снабжен двухсторонним валковым механизмом *3* для автоматической подачи ленты. Валковый механизм имеет возможность установки по высоте штампа, а также увеличения

подачи задней пары валков для улавливания удлинения ленты при вырубке. Привод валкового механизма осуществляется от регулируемого кривошипного механизма *4*, расположенного на конце рабочего вала. Сзади выходной пары валков расположен рассекатель отходов ленты, приводимый в действие от особого эксцентрика. Этот пресс, как и предыдущий, снабжен автоматической смазкой всех трущихся частей, что позволяет работать с большим числом ходов. Последнее зависит от мощности пресса и величины подачи. Современные модели штамповочных прессов-автоматов имеют наибольшее число ходов:

для мелких прессов до 600 ходов в мин.
„ крупных „ „ 250 „ „ „

Величина хода прессов сравнительно небольшая от 10 до 75 *мм*, так как они предназначены, главным образом, для вырубных работ. Наибольшая скорость подачи ленты достигает до 30—50 *м/мин*.

Необходимо указать на появившийся около 10 лет назад новый тип сверхбыстроходного штамповочного пресса, работающего с числом ходов до 1000—1200 в мин. Эти прессы предназначены исключительно для мелких вырубных работ, имеют мощность от 10 до 30 *т* и небольшую величину хода, регулируемую в пределах от 0 до 25 *мм*. При громадной быстроходности этих прессов осуществить периодическую подачу ленты невозможно вследствие большой инерции частей, имеющих возвратно-поступательное движение. Поэтому сверхбыстроходный пресс снабжен беспрерывной подачей материала, а процесс вырезки происходит при одновременном движении штампа вместе с лентой. Осуществлено это весьма оригинальным и простым способом, принцип которого сводится к тому, что из пресса удалена вся шатунно-кривошипная система, а штамподержатель надет непосредственно на кривошип (эксцентрик) рабочего вала. В результате этого штамподержатель получает неизбежное круговое движение вокруг оси вращения. Конструкция пресса использует принцип разложения вращательного движения на мгновенно-элементарные перемещения в горизонтальном и вертикальном направлениях.

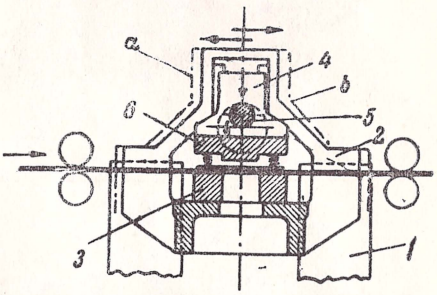


Рис. 55. Схема сверхбыстроходного штамповочного пресса.

На рис. 55 представлена схема устройства сверхбыстроходного штамповочного пресса. На неподвижной станине пресса *1* имеет возможность возвратно-поступательного горизонтального перемещения подвижная траверса *2*, в нижней части которой установлена матрица *3*, а в верхней части по особым направляющим перемещается в вертикальном направлении штамподержатель *4*, сидящий на кривошипе *5* рабочего вала. К штамподержателю *4* прикрепляется верхняя часть штампа *6*. Таким образом, вращение кривошипа *5* превращается в вертикальное возвратно-поступательное движение штампа и такое же горизонтальное перемещение всей траверсы *2*. За время холостого хода траверса *2* перемещается влево (навстречу ленте) и занимает положение *а*, показанное

пунктиром. В этом момент пуансон начинает процесс резания, и траверса перемещается вправо вместе с лентой до положения, указанного пунктиром *в*, когда пуансон выходит из толщины материала, а весь рабочий цикл снова повторяется. Во время рабочего перемещения штампа подающие ролики автоматически поднимаются и освобождают ленту.

27. Типы механизмов для автоматической подачи ленты

Весьма универсальным способом автоматической подачи является валковая подача ленты. Кроме того, что ею снабжены специальные типы прессов, вроде только что рассмотренных, где валковая подача является неотъемлемой принадлежностью конструкции пресса, этот вид подачи может быть приспособлен к универсальным штамповочным прессам любого типа.

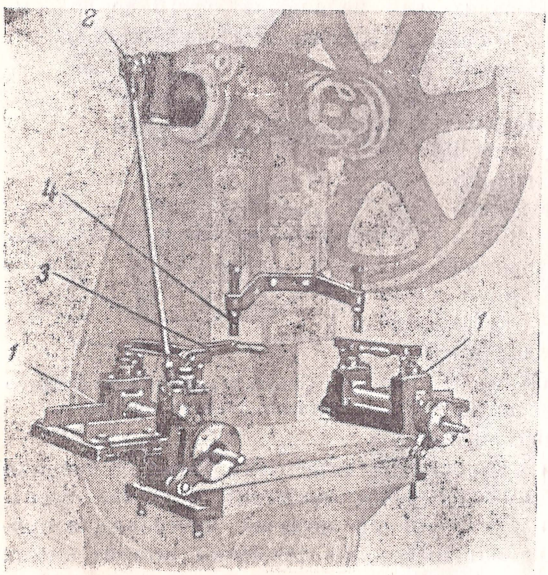


Рис. 56. Съемная двухвалковая подача к прессу.

На рис. 56 представлен механизм съемной двухвалковой подачи, пристраиваемый к обыкновенному универсальному кривошипному прессу. Механизм подачи состоит из двух пар валков, расположенных по обеим сторонам стола пресса. Поворот валков осуществляется посредством системы рычагов, соединенных с регулируемым кривошипом *2*, надеваемым на конец рабочего вала. Механизм имеет регулировку величины подачи ленты, производимую или путем изменения эксцентриситета кривошипа *2*, или посредством сменных шестерен у самих валков. В некоторых случаях применяется одновалковая подача материала. Для того, чтобы в момент штамповки не препятствовать ловителям точно устанавливать ленту, валки в это время автоматически разжимаются и освобождают ее. Это производится посредством рычагов *3*, на которые действуют нажимные болты *4*, устанавливаемые на ползуне пресса.

Наибольшая величина валковой подачи материала достигает для небольших прессов до 75 *мм*, а для средних прессов — до 250 *мм*. Предельная скорость подачи ленты для механизма, представленного на рис. 56, составляет от 10 до 15 *м*/мин. Валковая подача применяется, главным образом, для материала толщиной не свыше 2 *мм*. Точность валковой подачи составляет в среднем $\pm$ 0,1 *мм*. Поэтому при автоматической валковой подаче рекомендуется обязательное применение ловителей.

Для автоматической подачи более толстого материала (до 5 *мм*), а также для подачи из нарезанных полос применяется так называемая клещевая подача материала. Клещевая подача бывает или двухсторонней, или односторонней. Двухсторонняя клещевая подача является обычно неотъемлемой составной частью пресса. Схема действия ее приведена на рис. 57. Клещевая подача имеет две пары внешних захватов *A* и две пары внутренних захватов *B*, периодически зажимающих материал. Захваты *A* имеют возвратно-поступательное движение и производят перемещение материала вправо, а внутренние захваты *B* неподвижны и служат для зажима полосы тогда, когда захваты *A* освобождают ее и возвращаются обратно. На схеме представлены различные положения клещевого механизма и различные стадии подачи:

1 — зажим полосы захватами *A* и начало перемещения ее направо;

2 — конец перемещения полосы, полоса зажимается внутренними захватами *B*;

3 — разжим захватов *A* и начало обратного движения их, полоса зажата захватами *B*, штамп производит вырубку;

4 — конец обратного хода наружных захватов и начало переключения зажимов, штамп подходит к верхней мертвой точке.

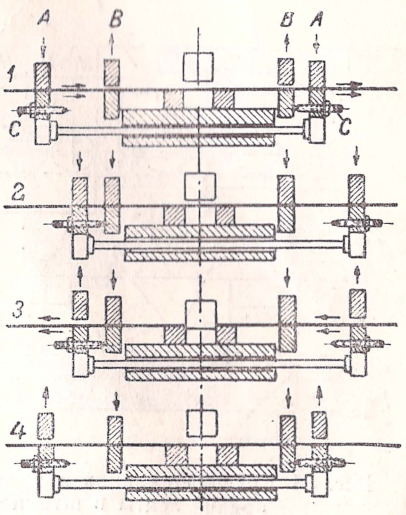


Рис. 57. Схема действия двухсторонней клещевой подачи.

К достоинству клещевой подачи следует отнести довольно большую точность, достигающую $\pm 0{,}03$ *мм*, что позволяет работать без ловителей. Недостатком является сложность настройки и громоздкость всего механизма и пресса. Двухсторонняя клещевая подача не находит себе применения в быстроходных штамповочных прессах вследствие значительных сил инерции большого количества деталей, имеющих горизонтальное возвратно-поступательное движение. В некоторых типах штамповочных автоматов применяются механизмы односторонней клещевой подачи ленты, которые будут рассмотрены нами ниже.

28. Устройства и приспособления к штампам для автоматической подачи ленты

Для большинства штамповочных производств громадное значение имеют вопросы увеличения производительности путем механизации работ на универсальных прессах, не оборудованных какими-либо устройствами для автоматической подачи.

В данном случае рекомендуется применение простых устройств и приспособлений к штампам для автоматической подачи полос и лент, которые могут быть изготовлены вместе со штампом, или на группу штампов.

На рис. 58 изображена крючково-клиновая подача ленты в последовательном штампе. На нижней плите штампа рядом с матрицей монтируется плита *1*, в которой сделана прорезь для прохода клина *2*. Последний при вертикальном движении своим скосом оттягивает влево ползушку *3*, двигающуюся между направляющими планками. К ползушке прикреплена планка, несущая на себе крючок *4*, прижимаемый к плите плоской пружиной *5*. Во время обратного хода ползуна пресса ползушка *3* оттягивается пружиной вправо на величину шага подачи *H*. Таким образом, при движении вправо крючок *4* заскакивает за перемычку, а при движении клина вниз (до начала работы пуансонов) передвигает ленту влево на величину шага подачи. Два боковых ролика *6* прижимают ленту к задней направляющей планке.

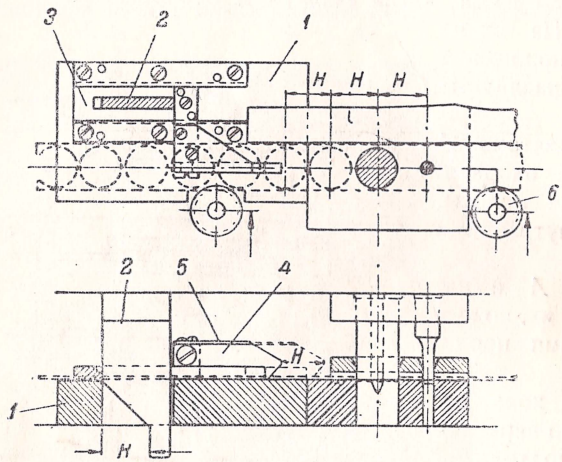


Рис. 58. Крючково-клиновая автоматическая подача ленты в штампе.

На рис. 59 приведены два распространенных типа автоматической подачи ленты. На рис. 59-*а* изображен механизм для односторонней клещевой автоматической подачи ленты. Такие механизмы могут приводиться в действие как посредством системы рычагов от пресса, так и непосредственно от штампа. Посредством рычажно-поворотной системы, не показанной на рисунке, передвижная каретка *1* получает возвратно-поступательное движение, указанное стрелками. Внутри каретки помещены закаленные ролики *2*, заключенные в обойму *3* и прижимаемые пружинами к конусным закаленным щечкам *4*. Под действием пружин валки *2* все время прижаты к щечкам *4* и зажимают между собой ленту. При движении каретки вправо зажатая лента будет продвинута вместе с кареткой. В этот момент лента должна быть заторможена или прижимом штампа, или специальным зажимным устройством, действующим от ползуна пресса. При движении каретки влево трением ленты ролики будут выведены из заклинивающего положения, слегка разойдутся и продвинутся вдоль неподвижно зажатой ленты. Устройство аналогичных односторонних клещевых подач непосредственно на штампах превращает последние в штампы-автоматы, не требуя никакой другой механизации. Ручной рычаг *5* служит для отвода роликов от заклинивающих щек при заправке полосы. Планка *6* служит для направления ленты в поперечном направлении. Величина подачи зависит от кинематических соотношений рычажно-шарнирной системы, перемещающей каретку.

На рис. 59-*б* изображено рычажно-крючковое устройство к штампу для автоматической подачи ленты. Действие его аналогично приведен-

ному на рис. 58, отличие состоит лишь в способе приведения крючка в действие. К плите штампа прикреплена консольная плита *1* со стойкой *2*, имеющей вверху ось *3*, на которой вращается угловой рычаг *4*. На нижнем конце рычага *4* на оси *5* сидит рычажный крючок *6*, прижимаемый витой пружиной *7* к плите *1*. Рабочий конец крючка *6* заходит в паз плиты *1* и зацепляется за перемычку ленты. При ходе ползуна пресса вверх тяги, связанные или с ползуном пресса, или с верхней плитой штампа, повернут угловой рычаг *4* и передвинут крючок *6* влево по стрелке. Во избежание обратного сдвига ленты при холостом ходе крючка лента находится под постоянным действием двух плоских пру-

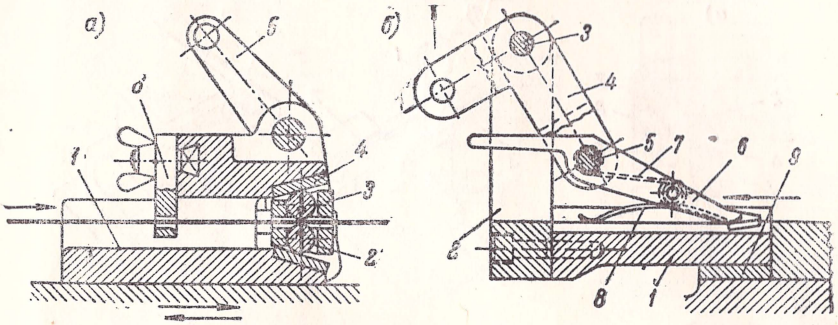


Рис. 59. Автоматическая подача ленты:
а) клещевая односторонняя; *б*) рычажно-крючковая.

жин *8*. Крючковое приспособление для автоматической подачи может быть пристроено к любому штампу. При перешлифовке матрицы на такую же величину шлифуют прокладку *9*. Рычажно-крючковое приспособление получило довольно большое применение на заводах Мосштамп и др. для ряда последовательных штампов. Проверенная на практике область применения крючковых приспособлений:

толщина материала . до 2 *мм*
шаг подачи . . . . . „ 50 *мм*
число ходов . . . . . „ 100—120 в мин.

На некоторых штамповочных заводах рычажно-крючковые приспособления изготовлялись нормализованными сериями, с крючками трех размеров. Стоимость приспособлений, по данным завода Мосштамп, составляет от 7 до 10% стоимости штампа.

29. Устройства для автоматического сбрасывания отштампованных изделий

Нередки случаи, когда понятие о механизации и автоматизации холодной штамповки связывается только с механизацией подачи ленточного материала и штучных заготовок. Механизации же удаления отштампованных изделий из штампа не всегда уделяется должное внимание. В большинстве рассматриваемых нами последовательных штампов удаление изделий происходит путем проталкивания их через отверстие матрицы. Только лишь для последовательно гибочных штампов, у которых гибка производится после отрезки от полосы, изделия выдаются обратно на поверхность штампа и требуют автоматического удаления.

На рис. 60 приведены различные типы механических сбрасывателей штампованных изделий. На рис. 60-*а* изображен рычажный сбрасыватель ударного действия для удаления П-образных изделий из нижней части штампа.

В прорези стойки *1* на оси *2* укреплен рычаг *3*, имеющий внизу прорезь и прижимаемый пружинкой *4* к штифту *5*. При ходе ползуна вверх защелка *6*, вмонтированная в прорези пуансона *7* и отжимаемая наружу пружинным штифтом *8*, задевает за выступ рычага *3*, который делает касательное движение вокруг своей оси и выбрасывает изделие из нижней части штампа по направлению, указанному стрелкой.

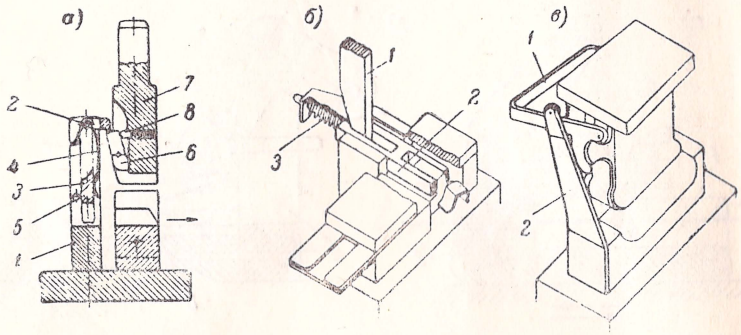


Рис. 60. Типы механических сбрасывателей штампованных изделий:

а) рычажно-ударный для нижнего съема; *б*) пружинно-клиновой плавного действия; *в*) рычажный для верхнего съема.

Ранее, на рис. 26, был приведен пружинно клиновой сбрасыватель, удалявший готовые изделия с пуансона, расположенного в верхней части штампа. Здесь на рис. 60-*б* изображен пружинно-клиновой сбрасыватель для удаления изделий из нижней части штампа. При ходе ползуна вниз клин *1* оттягивает назад вилку-сбрасыватель *2*, сжимая пружину *3*. Во время хода ползуна вверх клин выходит из паза сбрасывателя, и последний под действием пружины выталкивает изделие наружу штампа.

На рис. 60-*в* представлен рычажный сбрасыватель изделий полузамкнутой формы, остающихся на пуансоне. Сбрасыватель состоит из изогнутой двухсторонней рычажной скобы *1*, укрепленной на пуансоне и отжимаемой кверху пружинами. В верхнем положении скоба *1* наталкивается на ролик, установленный на стойке *2*, поворачивается и своими рычажными отростками сталкивает изделие с пуансона.

30. Способы стапелирования штампованных изделий

При последовательно-вырезной штамповке из-под штампа выпадают как готовые изделия, так и отходы. Зачастую последовательные штампы выпускают по два различных изделия (рис. 14 и 15). Нельзя допускать, чтобы эти изделия падали в один ящик, перемешивались между собой и отходами. Последующая рассортировка их потребует ручного труда и обойдется в несколько раз дороже самой штамповки. Во избежание этого, для целого ряда изделий применяется так называемое **стапелирование изделий**, или набор их в пакеты.

Особенное значение стапелирование имеет для последовательной штамповки статорных и роторных дисков, полюсов, пластин, трансформаторов и конденсаторов, так как эти детали идут на сборку и в машины пакетами.

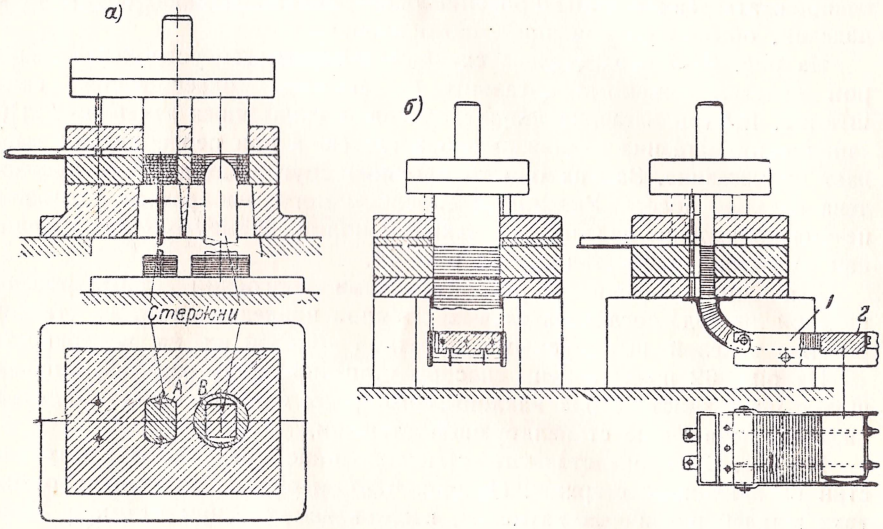


Рис. 61. Стапелирующие приспособления к штампам:
а — для раздельного стапелирования различных деталей; *б*) для стапелирования со съемным магазином.

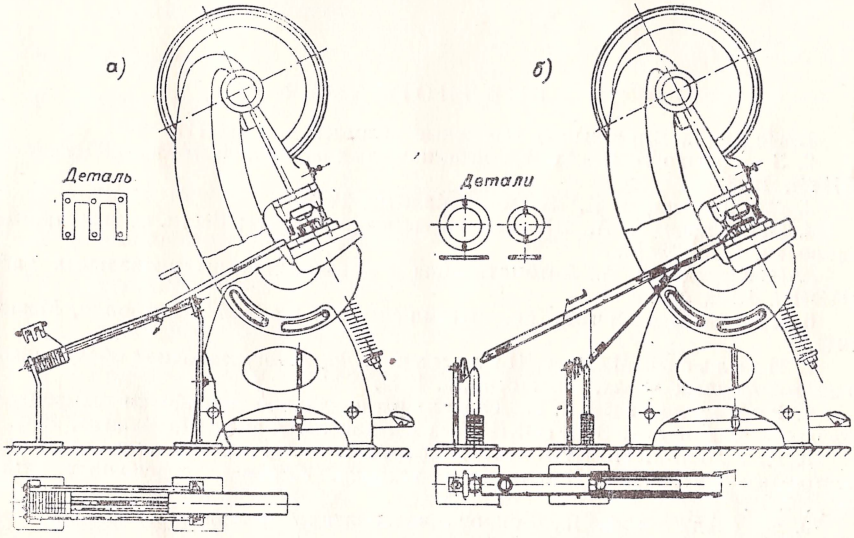


Рис. 62. Стапелирующие устройства на прессах для деталей, штампуемых с обратной выдачей:
а) для пластинок конденсаторов; *б*) для двух деталей разных размеров.

На рис. 61-*а* представлена схема стапелирования двух различных изделий, изготовляемых в последовательном штампе. Изделия надеваются

на стержни соответствующей формы, установленные в выдвижной плите. Для удаления набранных пакетов плиту со стержнями опускают вниз и выдвигают из-под пресса. Во избежание переполнения высоты пакета и возможных поломок, стапелирующее устройство следует своевременно освобождать. Такое стапелирование одновременно заменяет собою и счет изделий, обычно отнимающий много времени.

На рис. 61-*б* представлена схема стапелирующего устройства с набором изделий в съемные магазины *1*, свободно подвешиваемые снизу штампа. Внутрь магазина входит свободно скользящая задвижка *2*. При заполнении магазина задвижка отодвигается, а при переполнении выпадает из магазина. Замена одного магазина другим может быть произведена на ходу пресса. Указанным способом могут набираться в магазины не только плоские изделия, но также и полые прямоугольные изделия, как например, изображенные на рис. 44.

Для сопоставления с рассмотренными способами стапелирования изделий из-под последовательных штампов приведем способы стапелирования изделий, штампуемых с обратной выдачей их на поверхность.

На рис. 62 представлены способы стапелирования изделий, выпадающих с поверхности стола наклоняемого пресса и направляемых по лоткам на соответствующие стапелирующие стержни.

На рис. 62-*а* представлено стапелирование трансформаторных пластин на наклонные стержни. На рис. 62-*б* изображено стапелирование двух деталей различных размеров, изготовляемых одним штампом. Меньшая деталь проваливается через вырез в направляющем лотке и падает на нижний лоток. Таким образом детали автоматически рассортировываются и набираются в отдельные пакеты.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Гере Е., Вырезные и вытяжные штампы, ч. I, ОНТИ, 1931.
2. Зворono Б. П., Альбом штампов для холодной штамповки, Оргаметалл, ОНТИ, 1938.
3. Мещерин В. Т., Штампы, Машгиз, 1939.
4. Шофман Л. А., Штамповка-вытяжка в ленте; Вестн. металлопромышленности, 1938, № 12.
5. Шофман Л. А., Автоматизация и механизация штамповальных работ; ИТЭИН, 1946, № 19.
6. Кальманович З. М., Штампы для холодной штамповки, Машгиз, 1941.
7. Идельсон М. И. и Шульман Е. Ф., Многостаночное обслуживание в штамповочных цехах, Гизместпром, 1940.
8. Романовский В. П., Основы рациональной разработки техпроцессов холодной штамповки, ВНИТОКШ; Тезисы докладов, вып. III, Машгиз, 1940.
9. Дастон, Автоматы для массового производства мелких деталей из ленточного материала. Иностранная техника. Сборник переводных статей, № 3, 1933.
10. Фрейдлин А. Я., Вопросы механизации прессовых операций. Вестн. металлопромышленности, 1939, № 4.
11. Фогт, Конструкция и эксплоатация вырубных штампов, Н Ш Сборник переводных статей, Машгиз, 1938.
12. Göhre E., Werkzeuge und Pressen der Stanzerei, т. II, 1936.
13. Stanley, Punches and Dies, 1943.

Перечень ГОСТов

на стальную и цветную ленты холодного проката

№ по пор.	Наименование стандарта	ГОСТ или ВЕСТ
1	Лента стальная холоднокатаная упаковочная	НКТП 7879/842
2	Лента стальная низкоуглеродистая холодной прокатки	ГОСТ 503-41
3	Лента стальная инструментальная холоднокатаная	ГОСТ 1543-42
4	Лента стальная холоднокатаная из инструментальной пружинной стали ТУ	ГОСТ 2283-43
5	Лента стальная холоднокатаная из конструкционной стали	ГОСТ 2284-43
6	Лента стальная пружинная термообработанная	ГОСТ 2614-44
7	Лента нержавеющей стали холоднокатаная для авиастроения	ВКС 7845
8	Лента высокого омического сопротивления из жаростойких сплавов	ГОСТ 2615-44
9	Ленты медные	ГОСТ 1173-41
10	Ленты латунные	ГОСТ 2208-43
11	Ленты томпаковые	ГОСТ 2205-43
12	Ленты цветных сплавов для капсюлей	ГОСТ В—1018-41
13	Ленты алюминиевой бронзы	ГОСТ 1048-41
14	Ленты бронзовые	ГОСТ 1761-42
15	Ленты и листы алюминиевые	Ц. М. 403-40
16	Ленты и листы дюралюминиевые плакированные	ГОСТ В-1946-42

Примечание. Ленты и листы алюминиевые, дюралюминиевые разных марок, из сплавов: „авиаль", АМг, АМц и др., нормализованные только стандартами Главного Управления (СМТУ) по состоянию на 1940 г., здесь не приводятся вследствие их пересмотра (см. Справочник-каталог по легким сплавам, Москва, Металлообрабатывающий завод, 1940).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение — Стр.

1. Характеристика холодной штамповки в массовом и серийном производствах . . . 3
2. Применение комбинированной штамповки . . . 5

Глава I. Классификация и области применения различных способов комбинированной штамповки

3. Основные различия и типы комбинированных штампов . . . 7
4. Достоинства, недостатки и область применения основных типов комбинированных штампов . . . 10
5. Классификация основных типов многооперационной последовательной штамповки . . . 13
6. Многократная последовательная штамповка и ее применение . . —

Глава II. Многооперационная последовательная штамповка плоских изделий

7. Применение и технологические особенности последовательно-вырезной штамповки . . . 15
8. Различные типы последовательно-вырезной штамповки . . . 16
9. Однорядная последовательно-параллельная штамповка . . . 21
10. Раскрой материала . . . 23
11. Величина перемычек и подсчет ширины полосы . . . 26
12. Типы последовательных штампов для изготовления плоских изделий . . . 31

Глава III. Многооперационная последовательная штамповка гнутых изделий

13. Основные типы многооперационной последовательной гибки 35
14. Последовательная гибка с надрезкой контура . . . 36
15. Последовательная гибка с частичной обрезкой контура . . 39
16. Последовательная гибка из мерной полосы с отрезкой до гибки 43
17. Последовательно-совмещенная гибка . . . 45
18. Последовательная гибка с вырезкой и обратной впрессовкой заготовки в ленту . . . —
19. Последовательная гибка втулок . . . 47
20. Многооперационная гибка проволочных изделий . . . 49

Глава IV. Многооперационная последовательная штамповка полых изделий

21. Основные типы многооперационной последовательной вытяжки 50
22. Ширина ленты и величина перемычек . . . 54
23. Расчет последовательности и количества переходов вытяжки 56
24. Примеры последовательной вытяжки . . . 60
25. Типы последовательно-вытяжных штампов . . . 65

Глава V. Автоматические устройства к прессам и штампам

26. Способы автоматической работы и типы автоматических прессов . . . 72
27. Типы механизмов для автоматической подачи ленты . . . 76
28. Устройства и приспособления к штампам для автоматической подачи ленты . . . 77
29. Устройства для автоматического сбрасывания отштампованных изделий . . . 79
30. Способы стапелирования штампованных изделий . . . 80

Библиография . . . 82

Приложение: Перечень ГОСТ на стальную и цветную ленты холодного проката . . . 83

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
28	1 снизу	(b — или $\pm$)	(B — или $\pm$)	Авт.
35	7 и 8 снизу	Штамповка гнутых изделий многооперационная последовательная	Многооперационная последовательная штамповка гнутых изделий	Авт.
39	8 снизу	производимая	удаление производится	Авт.

Романовский. Зак. 2361.

4 р. 70 к.

Ленинградское отделение Машгиза,
Ленинград, Невский пр., 58.